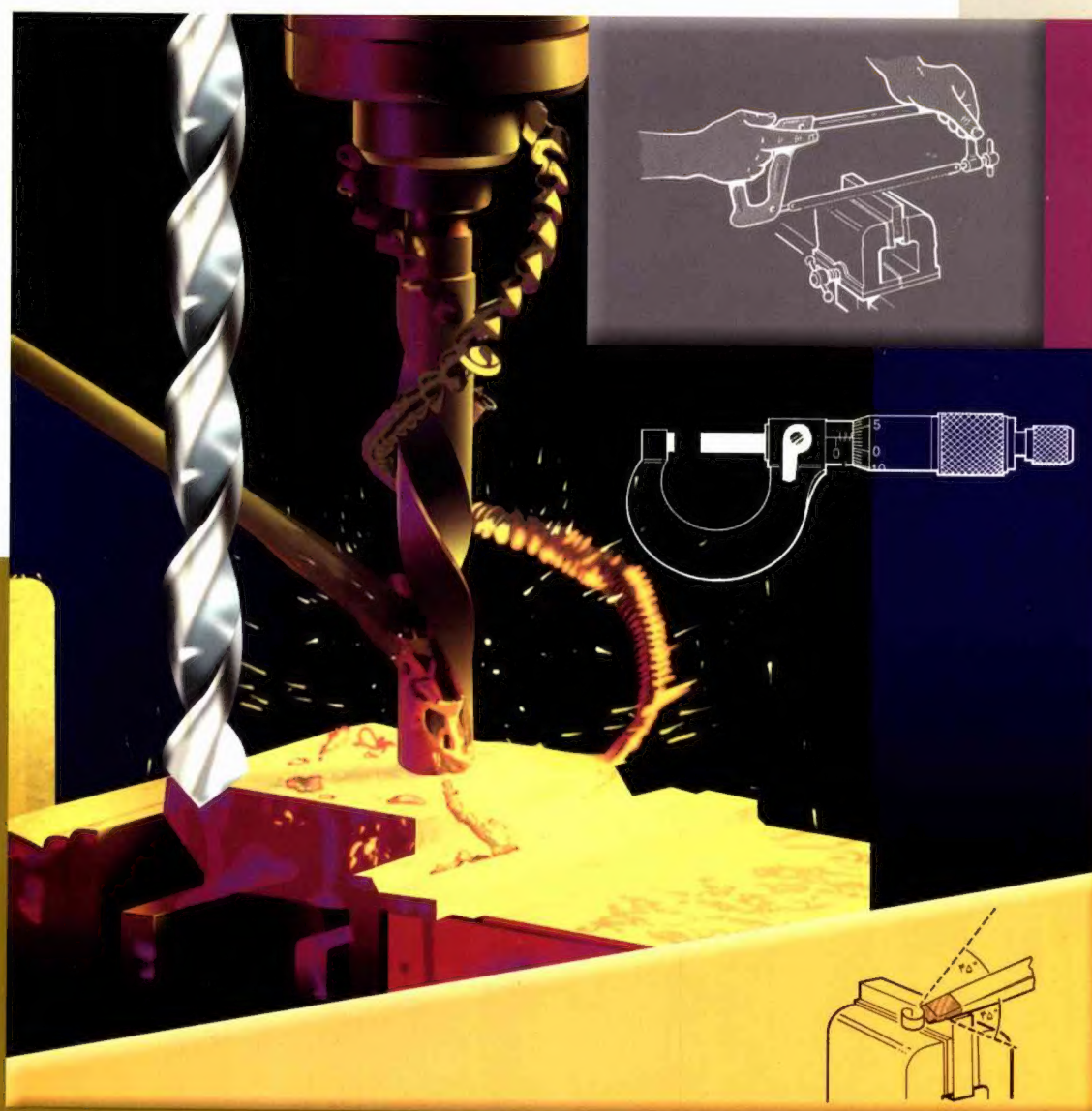




راهنمای فلزکاری



تألیف: جی. ساکی، اس. آموآکوهن
ترجمه: محمدرضا افضلی

به نام خدا

راهنمای فلزکاری

راهنمای فلزکاری

تألیف: جی. ساکی ، اس. آموآکوهن

ترجمه: مهندس محمدرضا افضلی



فهرست نویسی پیش از انتشار کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران

ساکي	Sackey, J. K. N.
راهنمای فلزکاری / تألیف جی. ساکی، اس. آموآکوهن؛ ترجمه محمدرضا افضلی، - تهران: شرکت انتشارات فنی ایران، ۱۳۸۱. [هشت]، ۲۸۴ ص. مصور، جدول.	
قهرست نویسی براساس اطلاعات فیپا.	ISBN 964-6232-77-9
عنوان اصلی:	Metalwork technology.
واژه نامه.	
۱. فلزکاری. الف. آموآکوهن، S. K.، ب. افضلی، محمدرضا، ۱۳۳۱ - مترجم. ج. عنوان.	
TS ۲۰۵/س۲۲	۶۸۴/۰۹
۱۳۸۰	
کتابخانه ملی ایران	۸۰ - ۱۵۹۴۲ م
محل نگهداری:	



شرکت انتشارات فنی ایران

راهنمای فلزکاری

تألیف	: جی. ساکی، اس. آموآکوهن
ترجمه	: مهندس محمدرضا افضلی
ناشر	: شرکت انتشارات فنی ایران؛ تلفن: ۱۴۶، ۶۴۹۰، ۶۴۶۲۲۱۸، ۸۷۵۰۳۴۷
نوبت چاپ	: اول، ۱۳۸۱
تیراژ	: ۳۰۰۰ نسخه
امور فنی	: محمدعلی رزاقی
حروفچینی	: شهیر
لیتوگرافی	: کورش
چاپ	: سعیدنو
شابک	: ۹۶۴-۶۲۳۲-۷۷-۹
حق چاپ محفوظ و مخصوص ناشر است	ISBN: 964-6232-77-9

علم‌چند اتمه بیشتر خوانی چون‌عل درنوشت نایابی
بمخشق بود ز دانشمند چارپائی بروکتابی چند
آن‌تی مندر را چه علم‌خبر که برو نیست یا فتر

سعدی

پیشگفتار ناشر

وضع، اتلاف وقت و مصالح است و سرانجام نیز کار به درستی انجام نمی‌شود.

شرکت انتشارات فنی ایران در راستای رفع این نارساییها، انتشار کتابهای فنی کاربردی را در برنامه کار خود قرار داده است و بر ضرورت آموزشهای کاربردی به عنوان راه‌حل مشکلات مزبور تأکید می‌ورزد. در این راه دست یاری به سوی تمام صاحب‌نظران و علاقه‌مندان دراز می‌کنیم و از آنها انتظار داریم نظر خود را از ما دریغ ندارند. یادآوری اولویتها و ضرورتهای موضوعی برای انتشار کتاب، معرفی کتابهای مفید در این زمینه و پیشنهاد ترجمه یا تألیف از سوی صاحبان دانش و تجربه برای ما بسیار مغتنم است؛ باشد تا با یاری یکدیگر گامی در راستای افزایش مهارت نیروی کار میهنمان برداریم.

شرکت انتشارات فنی ایران در انتظار دریافت نظر انتقادی شماست. علاقه‌مندان می‌توانند نظر خود را به آدرس: تهران، صندوق پستی ۳۹۱۱-۱۱۳۶۵ ارسال فرمایند.

شرکت انتشارات فنی ایران

چرا سقف خانه نوساز چکه می‌کند؟ چرا لوله آب ساختمان به سرعت می‌پوسد و موجب نشتی می‌شود؟ چرا سیمکشیهای برق چنان کلاف سردرگمی است که گاهی حتی خود سیمکش هم از آن سر در نمی‌آورد؟ چرا اتومبیل تازه تعمیر، درست کار نمی‌کند و باز نیاز به تعمیر دارد؟ و چراهای بیشمار دیگری که در زندگی روزمره با آنها سروکار داریم. به راستی علت ندانم‌کاری و ناشیگری بخشی از دست‌اندرکاران امور فنی در جامعه ما چیست؟ آیا ما اصولاً آدمهای سهل‌انگاری هستیم؟ چرا دستهایی که مسجد امام اصفهان و تخت جمشید را ساخته‌اند، از عهده انجام درست این‌گونه کارهای ساده بر نمی‌آیند؟

به گمان ما فقدان آموزشهای فنی کاربردی عامل اصلی بروز این نابسامانیهاست. در حال حاضر کمتر کسی پیش از اشتغال به کار یا حرفه‌ای معین، آموزشهای لازم را فرا می‌گیرد و متأسفانه جامعه هم او را ملزم به این فراگیری و دریافت گواهینامه تأیید صلاحیت فنی نمی‌کند. نتیجه این

فهرست

عنوان	صفحه	عنوان	صفحه
مقدمه	۱	ابزارهای رومیزی	۲۹
۱. ایمنی در کارگاه	۳	ابزارها و فرایندهای نشانه گذاری، اندازه گیری و بازرسی	۴۰
مقدمه	۳	مرور مطالب این فصل	۵۱
اقدامات ایمنی کلی	۳	تمرین و پرسش	۵۱
استفاده از ابزارهای دستی	۳	۵. ابزارها و فرایندهای آهنگری	۵۳
کار با ماشینهای مختلف	۳	مقدمه	۵۳
بلندکردن اجسام	۴	ابزارهای آهنگری	۵۳
مرور مطالب این فصل	۴	فرایندهای آهنگری	۵۷
تمرین و پرسش	۵	ایمنی در کارگاه آهنگری	۶۱
۲. فلزات آهنی	۷	مرور مطالب این فصل	۶۲
مقدمه	۷	تمرین و پرسش	۶۲
سنگ آهن	۷	۶. ابزارها و فرایندهای ورقکاری	۶۳
تولید آهن	۷	مقدمه	۶۳
تولید فولاد	۱۲	ابزارها، تجهیزات و مواد	۶۳
خواص فلزات	۱۶	فرایندهای ورقکاری	۶۶
مقاطع تجاری فولادی	۱۷	ایمنی در کارگاه ورقکاری	۷۰
عملیات حرارتی فولاد کربنی ساده	۱۸	مرور مطالب این فصل	۷۰
مرور مطالب این فصل	۲۱	تمرین و پرسش	۷۱
تمرین و پرسش	۲۱	۷. فلزکوبی	۷۳
۳. فلزات غیر آهنی و پلاستیکها	۲۳	مقدمه	۷۳
مقدمه	۲۳	ابزارها و تجهیزات	۷۳
انواع فلزات غیر آهنی	۲۳	فرایندهای فلزکوبی	۷۴
پلاستیکها	۲۵	زردجوشکاری و لحیم نقره	۷۹
مرور مطالب این فصل	۲۸	مرور مطالب این فصل	۸۲
تمرین و پرسش	۲۸	تمرین و پرسش	۸۲
۴. ابزارها و فرایندهای دستی	۲۹	۸. حفاظت سطح	۸۵
مقدمه	۲۹	مقدمه	۸۵

عنوان	صفحه	عنوان	صفحه
فرایندها	۸۵	مدلسازی	۱۷۷
مرور مطالب این فصل	۸۷	ریخته‌گری در قالب فلزی	۱۸۷
تمرین و پرسش	۸۷	عیوب قطعات ریختگی	۱۹۱
		مرور مطالب این فصل	۱۹۱
۹. طراحی و گرافیک	۸۹	تمرین و پرسش	۱۹۲
مقدمه	۸۹		
هنر طراحی (مشکل‌گشایی)	۸۹	۱۳. ماشین‌انوار	۱۹۳
ارتباط تصویری	۹۳	مقدمه	۱۹۳
مرور مطالب این فصل	۱۳۲	ماشین سنگ دستی	۱۹۳
تمرین و پرسش	۱۳۲	دریل	۱۹۵
		ماشین تراش	۲۰۱
۱۰. جوشکاری پتکه‌ای و جوش استیلن	۱۳۵	ماشین فرز	۲۲۱
مقدمه	۱۳۵	صفحه‌تراش	۲۲۸
جوشکاری پتکه‌ای	۱۳۵	نگهداری	۲۳۱
جوشکاری گازی	۱۳۵	مرور مطالب این فصل	۲۳۲
برشکاری با شعله اکسی استیلن	۱۵۰	تمرین و پرسش	۲۳۳
مرور مطالب این فصل	۱۵۳		
تمرین و پرسش	۱۵۳	۱۴. اطلاعات حرفه‌ای و پروژه‌ها	۲۳۵
		مقدمه	۲۳۵
۱۱. جوشکاری قوس الکتریکی	۱۵۵	اطلاعات حرفه‌ای	۲۳۵
مقدمه	۱۵۵	پروژه‌ها	۲۳۷
اصول جوشکاری قوسی	۱۵۵	مرور مطالب این فصل	۲۵۲
دستگاه‌ها و تجهیزات جوشکاری	۱۵۶	تمرین و پرسش	۲۵۳
تمرین جوشکاری قوسی	۱۶۱		
مرور مطالب این فصل	۱۷۴	پاسخ به پرسش‌ها و چند نکته درباره پاسخگویی	۲۵۵
تمرین و پرسش	۱۷۵	مقدمه	۲۵۵
۱۲. ریخته‌گری	۱۷۷	فرهنگ اصطلاحات	۲۶۷
مقدمه	۱۷۷	واژه‌نامه	۲۷۵
ریخته‌گری در ماسه	۱۷۷		

مقدمه

که از جمله باید به حوزه‌های خاص زیر اشاره کرد:

- ❑ جوشکاری پتکه‌ای، جوشکاری و برشکاری با کاربید و جوشکاری قوسی؛
- ❑ طراحی و ساخت، که روشی ایدئال برای آموزش مهارت‌های فنی است؛
- ❑ ارتباط تصویری و نقشه‌کشی هندسی؛
- ❑ اطلاعات حرفه‌ای، انواع مؤسسات و راه‌اندازی کارگاه.

مطالب درسی رشته فلزکاری در کشورهای مختلف متفاوت است. مطالب این کتاب را طوری انتخاب کرده‌ایم که با برنامه درسی هنرستانها و آموزشکده‌های فنی در چند کشور آفریقایی و انگلستان تطبیق داشته باشد.

هنرآموزان هنرستانها و آموزشکده‌های فنی و آنها که خود را برای شرکت در دوره‌های فنی و حرفه‌ای مشابه آماده می‌کنند، این کتاب را مفید خواهند یافت. به علاوه، مربیان و فلزکاران نیز می‌توانند از آن استفاده کنند.

مهندسی کاربرد علم است در طراحی و ساخت ساختمان، ماشین‌آلات و مانند آنها. فلزکاری، که شاخه‌ای از مهندسی است، با ساختن و شکل دادن قطعات فلزی سروکار دارد. کارکردن روی فلزات در رفاه و آسایش انسان نقش دارد زیرا بسیاری از اشیایی که کاربرد روزمره دارند از فلز ساخته می‌شوند. مثلاً می‌توان از وسایل و لوازم خانگی، ادوات کشاورزی، قطعات خودرو، ماشینها و اجزای ماشین نام برد. بدون اینها، جهان مدرن وجود نمی‌داشت.

هنرجویان فلزکاری نیازمند دانش و مهارت‌اند. این کتاب نه تنها به هنرجو کمک می‌کند تا برای امتحان دادن آماده شود، بلکه بر دانش او نیز می‌افزاید؛ دانشی که برای کسب مهارت حرفه‌ای در فلزکاری ضروری است. در حقیقت تعداد مواد و فنون مورد استفاده در فلزکاری به اندازه‌ای زیاد است که در هنگام جمع‌آوری مطالب این کتاب، مشکل اصلی این نبود که کدام مطالب را در کتاب بگنجانیم، بلکه مشکل این بود که چه مطالبی را در کتاب نیاوریم.

ما کوشیده‌ایم مطالب متنوعی را در این کتاب بگنجانیم

ایمنی در کارگاه

مقدمه

وقتی می‌توانید با اعتماد به نفس از ابزارها، ماشینها و مواد مختلف استفاده کنید که دانش نظری خود را، که در زمینه فلزکاری کسب کرده‌اید، در عمل به کار بندید. اما در جریان کسب مهارت، ممکن است در معرض خطرهای بسیاری قرار بگیرید. بعضی از این خطرها مرگبارند. بنابراین در این فصل به شرح بعضی از «بایدها» و «نبایدها»های کارگاهی می‌پردازیم.

اقدامات ایمنی کلی

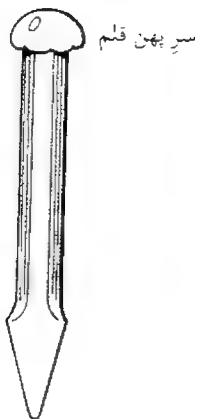
حادثه در کارگاه حتماً اتفاق می‌افتد. برای جلوگیری از وقوع حوادث باید مقررات ایمنی را رعایت کرد. بیشتر تجهیزات و ابزارهای کارگاهی خطرناک‌اند، بنابراین در هنگام استفاده از آنها باید اقدامات ایمنی لازم را به عمل آورید.

استفاده از ابزارهای دستی

کار با ابزارهای معیوب خطرناک است. با قلم یا سنبه‌ای که سر آن پهن شده است (شکل ۱-۲) کار نکنید، زیرا ممکن است تکه‌ای فلز از سر قلم یا سنبه جدا و به اطراف پرتاب شود. از چکش یا سوهانی که دسته آن شکافته یا لق است، یا اصلاً دسته ندارد، استفاده نکنید زیرا این ابزارها می‌توانند صدمات جدی ایجاد کنند (شکل ۱-۳).

کار با ماشینهای مختلف

پیش از آنکه در عمل با ماشینهای مختلف کارگاهی سروکار پیدا کنید، باید نحوه استفاده از آنها را بیاموزید. در هنگام کار با هر یک از ماشینهای زیر باید مقررات ایمنی خاصی را رعایت کنید.



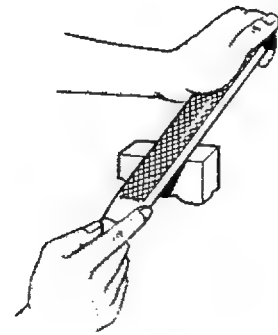
شکل ۱-۲ قلمی که سر آن پهن شده است.



شکل ۱-۱ لباس مناسب و محافظ برای کار در کارگاه.

▲ کارگاه را باید منظم نگه داشت: محل منظم معمولاً ایمن است. همه مواد، ماشینها و ابزارها را در محل خاص خود قرار دهید تا حادثه‌ای رخ ندهد. کف کارگاه همیشه باید مرتب باشد.

در کارگاه لباس سرهمی یا روپوشی بپوشید که گشاد نباشد؛ لباس گشاد ممکن است به قطعات چرخان ماشین گیر کند. همیشه از عینک یا ماسک ایمنی استفاده کنید. هدف از به کارگیری این وسایل محافظت از چشمها در برابر تراشه‌ها و براده‌های در حال حرکت در هوا، گردوغبار، جرقه و نور شدید است. مطابق شکل ۱-۱، از لباس محافظ و مخصوص انجام هر کار استفاده کنید.



شکل ۳-۱ خطرهای کار کردن با سوهان بی‌دسته: ممکن است دُم سوهان در کف دست فرو برود.



شکل ۴-۱ وضعیت صحیح بدن برای بلند کردن اجسام.

ماشین سنگ‌زنی

در هنگام سنگ‌زدن قطعات از عینک ایمنی و محافظ چشم استفاده کنید. قطعات کوچک را می‌توانید در گیره دستی نگه دارید تا به درون شکاف بین چرخ سنباده و تکیه‌گاه قلم کشیده نشوند.

بلند کردن اجسام

معمولاً ناگزیر می‌شوید اجسام مختلفی را بلند کنید که بعضی از آنها ممکن است نسبتاً سنگین باشند. وضعیت بدن در هنگام بلند کردن اجسام باید مطابق شکل ۴-۱ باشد تا ستون مهره‌ها و ماهیچه‌های کمر آسیب نبینند. هرگز به کنار یا زیر بارهای آویزان نروید؛ همیشه این احتمال وجود دارد که بار بیفتد و حادثه‌ای رخ دهد.

■ مرور مطالب این فصل

در این فصل بعضی از مقررات ایمنی را شرح دادیم که، برای جلوگیری از وقوع حادثه در کارگاه، باید آنها را رعایت کنید. حوزه‌های اصلی به شرح زیرند:

- نظم: چگونه کارگاه را تمیز و مرتب نگه داریم.
- لباس محافظ: چه نوع لباسی بپوشیم تا در مقابل صدمات از

دریل

کار را به گیره ببندید و، در صورت لزوم، برای جلوگیری از چرخیدن گیره، آن را با پیچ به میز کار محکم کنید. از همه حفاظهای ماشین استفاده کنید. هرگز سعی نکنید در هنگام سوراخکاری قطعات کوچک آنها را با دست نگه دارید.

ماشین تراش

کار را محکم به سه‌نظام ببندید و پیش از روشن کردن ماشین، آچار سه‌نظام را از روی سه‌نظام بردارید. جدا کردن سوفاله، در هنگامی که ماشین کار می‌کند، خطرناک است. از ملحقات ایمنی ماشین تراش استفاده کنید.

صفحه تراش

کار و گیره را محکم ببندید. به خاطر داشته باشید که در پایان هر کورس قلم، براده‌ها به اطراف پرتاب می‌شوند و ممکن است چشم شما را مجروح کنند.

ماشین فرز

وقتی ماشین فرز در حال کار است، هرگز آن را تنظیم نکنید. وقتی تیغه فرز می‌چرخد، آب صابون را با قلم‌مو به آن نمالید. وقتی تیغه فرز در حرکت است، دستهایتان را از آن دور نگه دارید. براده‌های فرزکاری تیز هستند؛ آنها را با دست برندارید.

ما محافظت کند.

- کار با ابزارهای دستی: برای انجام هر کار از ابزار مناسب آن کار استفاده کنید و در هنگام کار با ابزار دقت کنید.
- کار با ماشین: خطرهای بالقوه‌ای که در هنگام کار با ماشینهای مختلف در معرض آنها قرار می‌گیریم.
- بلندکردن اجسام: وضعیت صحیح بدن برای برداشتن اجسام، برای جلوگیری از صدمه دیدن کمر و بقیه اندامها.

امیدواریم که مقررات ایمنی را به طور طبیعی بپذیرید، اما اگر شک دارید پرسید!

تمرین و پرسش

۱. چرا باید در کارگاه هنرستان یا آموزشگاه مقررات ایمنی

را رعایت کرد؟

۲. نحوه منظم نگه داشتن کارگاه را شرح دهید.
۳. یکی از مقررات ایمنی مربوط به کار با هریک از ماشینهای زیر را نام ببرید:
 - الف) ماشین تراش
 - ب) ماشین فرز
 - ج) دریل
 - د) ماشین سنگ زنی
۴. نحوه جلوگیری از چرخیدن گیره، در هنگام سوراخکاری قطعه با استفاده از دریل را شرح دهید.
۵. الف) چرا کار با قلمی که سر آن پهن شده خطرناک است؟

ب) شکل قلمی را که سر آن پهن شده است ترسیم کنید.

فلزات آهنی

مقدمه

موادی که در فلزکاری به کار می‌روند عبارت‌اند از فلزات آهنی، فلزات غیرآهنی و پلاستیکها. انتخاب و کاربرد هریک از آنها در درجه اول به خواصشان وابسته است. در فصل بعد در مورد فلزات غیرآهنی و پلاستیکها بحث می‌کنیم. فصل حاضر به بحث در مورد فرایندهای ساخت، شناسایی، خواص، کاربردها و عملیات حرارتی فلزات آهنی اختصاص دارد.

از اهمیت فلزات در زندگی انسان نباید غافل شد. مهمترین فلزات مورد استفاده انسان، گروه فلزات آهنی است؛ یعنی فلزات و آلیاژهایی که تشکیل‌دهنده اصلی آنها آهن است. ماده خام اصلی که در تولید فلزات آهنی مصرف می‌شود سنگ آهن است. برای تولید چدن خام در کوره بلند، باید سنگ آهن، کک و سنگ آهک بار کوره کرد؛ چدن خام ماده اولیه اصلی برای تولید فولاد است.

سنگ آهن

منظور از سنگ آهن مجموعه کانه‌هایی است که می‌توان از آنها آهن استخراج کرد. بخش عمده آهن جهان در روسیه، قزاقستان و اوکراین استخراج می‌شود. سایر تولیدکنندگان مهم عبارت‌اند از آمریکا، استرالیا، فرانسه، برزیل و کانادا. منیتیت، هماتیت، لیمونیت و سیدریت مهمترین کانه‌های آهن هستند.

منیتیت (Fe_3O_4) یکی از غنیترین کانه‌های آهن است که حدود ۶۵ درصد آهن دارد. این کانه در نقاط مختلف جهان پراکنده است. منیتیت بسیار سخت و سیاه، و به شکل سنگ

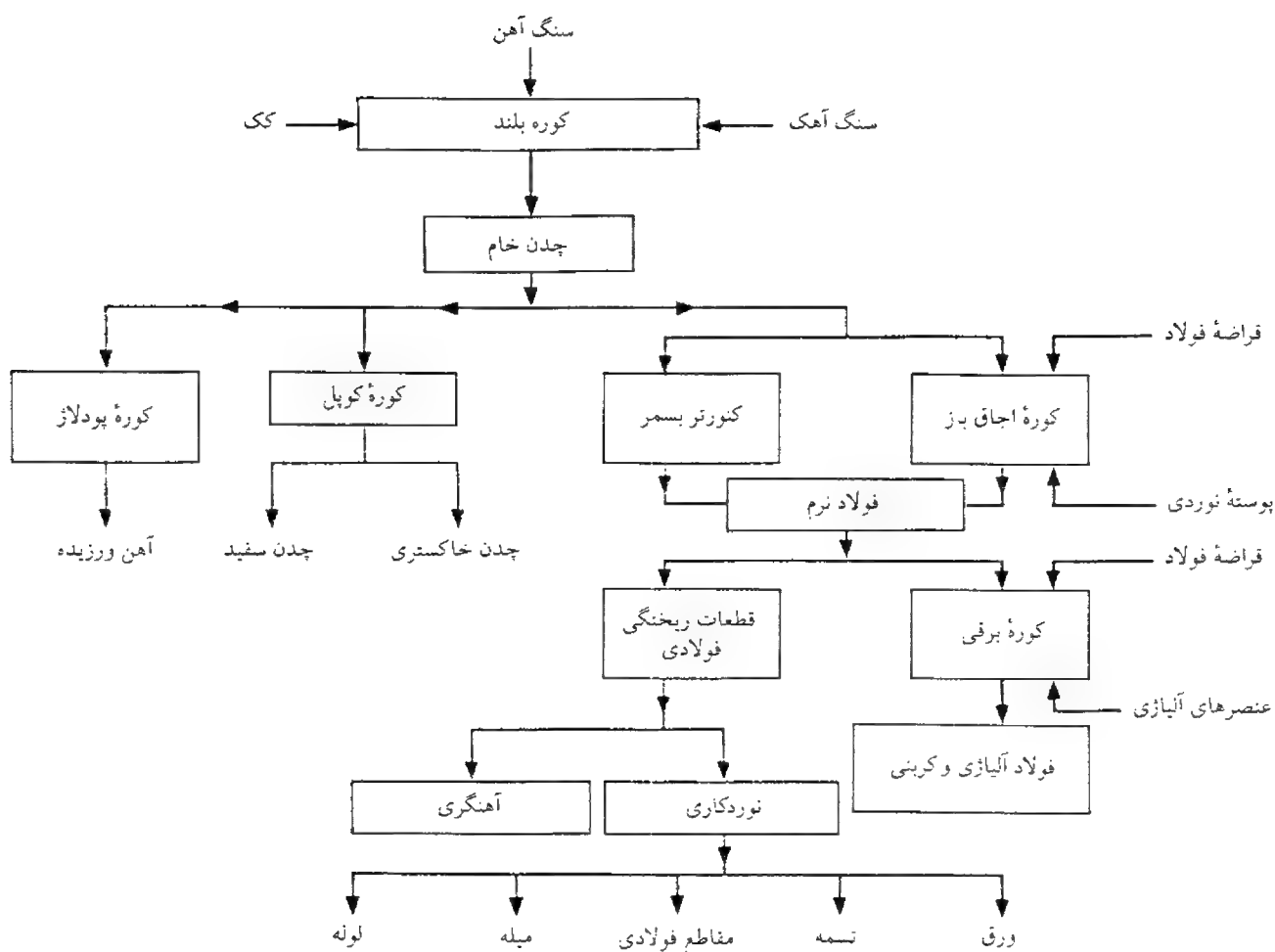
است. این کانه خواص مغناطیسی نیرومندی دارد. هماتیت (Fe_2O_3)، که سرخ رنگ است، در حدود ۵۰ تا ۶۰ درصد آهن دارد. این کانه در آمریکا و اسپانیا فراوان است. لیمونیت ($2\text{FePO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) هیدروکسید آهن است، اما معمولاً به صورت مخلوط با هماتیت و سایر اکسیدهای آهن یافت می‌شود. رنگ این کانه قهوه‌ای مایل به زرد است و در حدود ۳۰ درصد آهن دارد. لیمونیت در سوئد، فرانسه و آلمان فراوان است. سیدریت (FeCO_3) کانه‌ای فقیر است که در حدود ۳۰ درصد آهن دارد. این کانه بیشتر در سواحل شرقی انگلستان استخراج می‌شود.

در تولید چدن خام از سنگ آهن، سنگ آهک به عنوان گدازآور مصرف می‌شود. سنگ آهک با اغلب ناخالصیهای سنگ آهن، مانند گوگرد، سیلیسیم و منگنز ترکیب می‌شود تا سرباره تولید کند؛ سرباره را از کوره تخلیه می‌کنند. سرباره منجمد شده در کارهای جاده‌سازی و تولید سیمان مصرف می‌شود.

برای ذوب چدن خام از کک به عنوان سوخت استفاده می‌کنند. برای تولید کک، زغال‌سنگ را در غیاب هوا گرما می‌دهند تا گاز زغال (مخلوطی از گازها، شامل هیدروژن، متان و مونوکسید کربن) خارج شود. کک در کوره بلند به عنوان عامل احیاکننده مصرف می‌شود.

تولید آهن

چدن خام، که از سنگ آهن به دست می‌آید، ماده اولیه برای تولید سایر فلزات آهنی، آهن ورزیده، چدن، فولاد کم کربن (نرم) و فولادهای آلیاژی و کربنی است (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲ نمودار جریان تولید آهن و فولاد.

این تدبیر، هوا و گاز داغ کوره، در هنگام بارگیری، از آن خارج نمی شوند.

ذوب

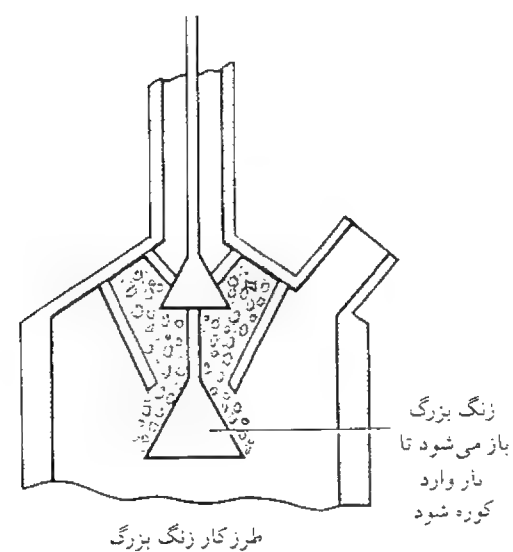
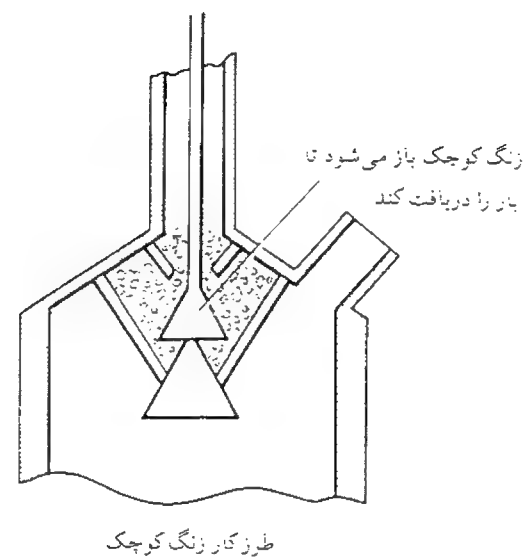
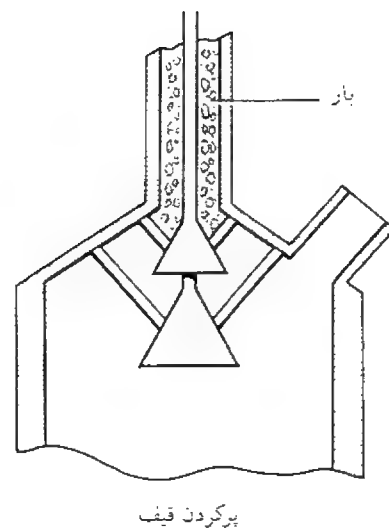
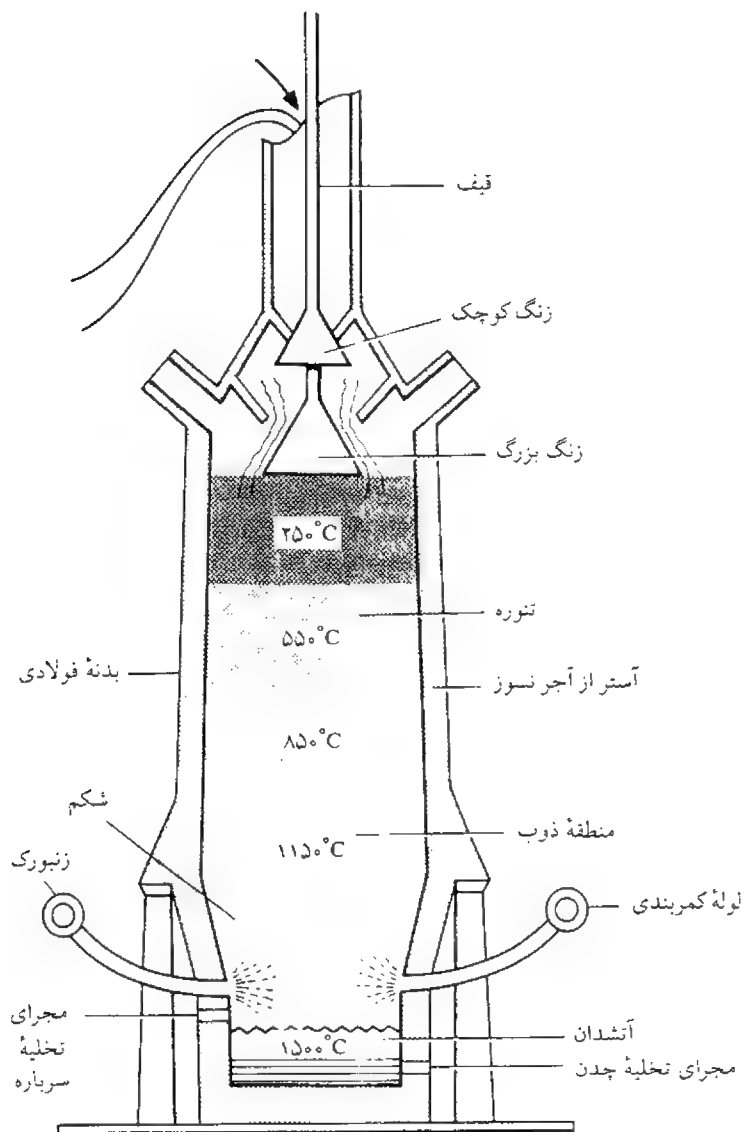
سنگ آهک و آهن در دومین منطقه گرمایی (550°C) توده ای اسفنجی تشکیل می دهند. این توده به سومین منطقه گرمایی (1150°C) می رسد و در این منطقه اکسید آهن احیا و به آهن تبدیل می شود. محصول این فرایند سرباره و چدن مذاب است. چدن از سرباره سنگینتر است، به همین سبب به کف آتشدان می رود و سرباره روی آن شناور می ماند. ابتدا سرباره را از مجرای تخلیه سرباره خارج می کنند و سپس چدن مذاب را تخلیه می کنند و به داخل قالبهای فلزی می ریزند تا شمش چدن تولید شود، یا آن را مستقیماً به کوره های فولادسازی انتقال می دهند.

ذوب چدن خام

برای تولید چدن خام از کوره بلند (شکل ۲-۲) استفاده می شود. کوره بلند سازه ای فولادی به ارتفاع حدود ۳۰ متر است. قطر آتشدان (شکم) این کوره بین ۶ تا ۹ متر است. سطح داخلی این کوره را با آجر نسوز می پوشانند. سایر بخشهای کوره بلند عبارتند از تنوره، زنبورکها (دمنده های هوا)، مجراهای تخلیه سرباره و چدن و قیف بارگیری.

بارگیری

مواد خام (که بار نامیده می شود) به شیوه مکانیکی به داخل قیف بارگیری تغذیه می شود. زنگ کوچک باز می شود و مواد را به فضایی راه می دهد که کف آن را زنگ بزرگ بسته است. وقتی بار وارد این فضا شد، زنگ کوچک بسته می شود و زنگ بزرگ باز می شود تا مواد وارد کوره شوند. با



شکل ۲-۲ کوره بلند.

آهن ورزیده

خواص

چدن ریخته‌گری ۲۵ تا ۴ درصد کربن، همراه با عنصرهای دیگر مانند سیلیسیم، فسفر، منگنز و گوگرد، به نسبت‌های متغیر دارد.

چدن ریخته‌گری از فولاد سخت‌تر و شکننده‌تر است؛ به همین سبب خم‌کردن یا شکل دادن آن دشوار است.

تولید چدن ریخته‌گری

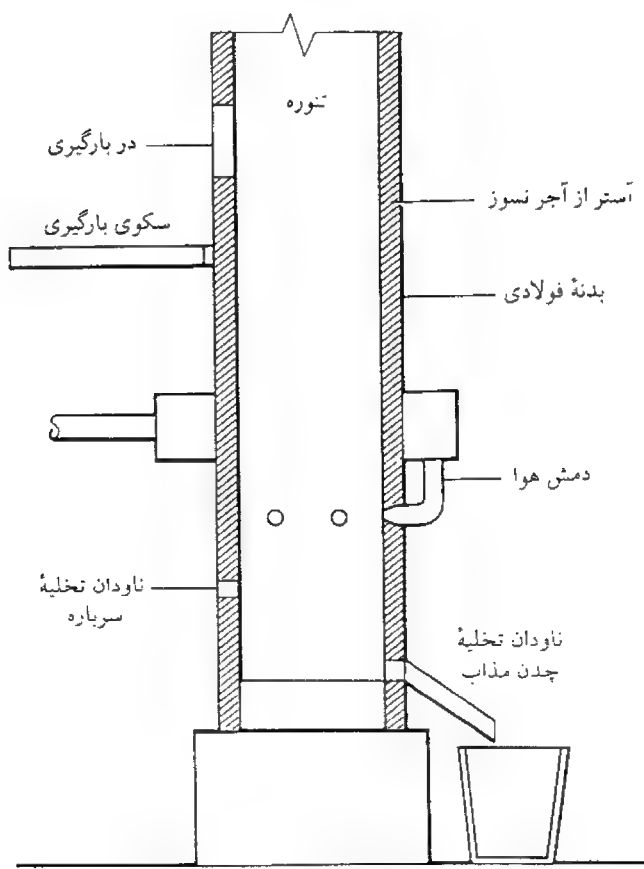
چدن ریخته‌گری با حذف بخشی از کربن و سایر عنصرهای موجود در چدن خام، از قبیل فسفر، سیلیسیم، گوگرد و منگنز، در ریخته‌گری و در کوره‌ای به نام کویل (شکل ۲-۴)، تولید می‌شود. کوره کویل شبیه کوره بلند، اما کوچکتر از آن است. کوره کویل با کک روشن می‌شود. چدن خام، همراه با چدن قراضه و مقدار کمی سنگ آهک در کویل مخلوط و

آهن ورزیده خالصترین فلز آهنی است و در حدود ۹۹٫۹ درصد آهن دارد. به همین سبب آهن ورزیده کیفیت ویژه‌ای دارد، مستحکم و چقرمه است و به آسانی ماشینکاری می‌شود. این ماده در برابر خوردگی مقاوم است و چون می‌تواند در برابر بارهای ضربه‌ای مقاومت کند، برای ساختن ادوات حمل و نقل، کویلینگ و قلاب بکسل به کار می‌رود.

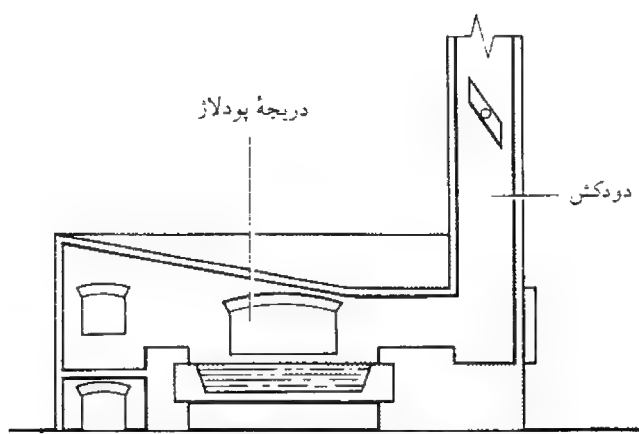
کوره پودلاژ (شکل ۲-۳) برای تولید آهن ورزیده به کار می‌رود. با هم زدن چدن خام، که ماده اصلی تشکیل‌دهنده بار کوره است، بسیاری از ناخالصیهای آن (مانند کربن) جدا می‌شوند. کربن به صورت گاز مونوکسید کربن از چدن مذاب خارج می‌شود و در سطح آن می‌سوزد. توده خمیری آهن را، به شکل گلوله‌ها یا شمشه‌هایی به وزن حدود ۳۰ کیلوگرم، از کوره بیرون می‌آورند و با چکش‌کاری و نورد به صورت تیل یا تسمه شکل می‌دهند.

چدن ریخته‌گری

چدن از خانواده فلزات آهنی و آلیاژ آهن و کربن است. از چدن برای ریخته‌گری بدنه ماشینها و ادوات کشاورزی و باغبانی و مانند آنها استفاده می‌شود.



شکل ۲-۴ کوره کویل برای تولید چدن.



شکل ۲-۳ کوره پودلاژ برای تولید آهن ورزیده.

چدن سفید با سرد کردن سریع چدن مذاب و جلوگیری از تشکیل گرافیت تولید می شود. در چدن سفید، کربن با آهن ترکیب شیمیایی سمیتیت (Fe_3C ، کاربید آهن)، تشکیل می دهد. چدن سفید، وقتی شکسته شود، سطح شکست بلورین دارد. چدن سفید را نمی توان به آسانی ماشینکاری کرد زیرا سمیتیت سخت و شکننده است. سیالیت چدن سفید مذاب از چدن خاکستری کمتر است. در صنعت از این نوع چدن برای ساخت سطوح مقاوم در برابر فرسایش، مانند کشویی ماشین تراش، استفاده می کنند.

چدن چکش خوار (مالیل) همان چدن سفید است که مقدار کربن آن کاهش یافته و به صورت یکنواخت در ساختار چدن پراکنده شده است تا چدن چقرمه شود. روی چدن سفید به دو روش عملیات گرمایی انجام می دهند. در فرایند تولید چدن چکش خوار مغزسیاه، چدن سفید را تا دمای حدود 950°C گرم می کنند و سپس آن را در دمای تقریباً 700°C بازپخت می کنند تا ساختارش اصلاح شود. این روش در امریکا متداول است. چدنی که به این روش تولید می شود می تواند در برابر بارهای ضربه ای سبک پایداری کند. در فرایند تولید چدن چکش خوار مغزسفید، چدن سفید را در کوره موفلی، همراه با مواد غنی از اکسید آهن (مثلاً هماتیت)، در دمای 900°C تا 1000°C گرم می دهند. سپس آن را به مدت چند روز در کوره، در همین دما، نگه می دارند و بعد به تدریج و طی چند روز دیگر آن را خنک می کنند. کربن موجود در لایه های بیرونی قطعات می سوزد (چدن کربن زدایی می شود) و کربن در مغز قطعه به گرافیت تبدیل می شود.

استحکام و مقاومت چدن چکش خوار در برابر بارگذاری ضربه ای بیشتر است، به همین سبب از این نوع چدن برای ساخت قطعات ریختگی مرغوب، مانند بدنه ادوات کشاورزی و باغبانی، چرخدنده و مانند آن استفاده می شود.

ذوب می شوند. نسبت چدن خام و قراضه چدن در بار کوره، تعیین کننده نوع چدن تولید شده است. هوا از طریق زنبورکها به داخل کوپل رانده می شود. با ورود هوا کک می سوزد؛ چدن مذاب در کف آتشدان ته نشین می شود. سرباره را، که روی چدن مذاب شناور است، می گیرند و سپس چدن مذاب را در پاتیل تخلیه می کنند تا از پاتیل به قالب ریخته شود.

انواع چدن

در چدن خاکستری بخش عمده کربن به صورت فلسهای گرافیت است (یعنی با آهن به صورت شیمیایی ترکیب نشده است). در هنگام سوهان زدن یا ماشینکاری چدن خاکستری، متوجه وجود گرافیت آزاد خواهید شد، زیرا دستهایتان سیاه می شود. این نوع چدن را به سبب ظاهر خاکستری حاصل از شکستن گرافیت، چنین نامیده اند. آهن و کربن عنصرهای اصلی تشکیل دهنده این نوع چدن اند. گاهی چدن خاکستری را با سیلیسیم، گوگرد، منگنز و فسفر آلیاژ می کنند. سیلیسیم به تشکیل گرافیت آزاد کمک می کند و در نتیجه «نرم کننده» چدن است. گوگرد و منگنز چدن را سخت می کنند و فسفر سیالیت آن را افزایش می دهد.

نقطه ذوب چدن خاکستری پایین است؛ چدن خاکستری در دمای 1150°C تا 1250°C ذوب می شود. به همین سبب و به دلیل سیالیت چدن خاکستری در حالت مذاب، از این ماده برای ریختن بدنه ماشین ابزارها یا بدنه موتور خودروها استفاده می شود. چدن خاکستری نمی تواند نیروهای کششی را تحمل کند، اما فشار را به خوبی تحمل می کند. چدن خاکستری شکننده است و به خوبی ماشینکاری می شود؛ به دلیل وجود گرافیت آزاد، که نقش روانکار را بازی می کند، چدن خاکستری را به صورت خشک ماشینکاری می کنند. از جمله کاربردهای دیگر چدن خاکستری می توان به ساخت خط کش پایه دار، صفحه صاف و گیره اشاره کرد.

در طراحی و اجرای هر پروژه، پیش از انتخاب هر نوع چدن، باید مشخصه های آن را به دقت بررسی کنید.

تولید فولاد

مقدار آن را به کمتر از ۰.۳ درصد کاهش می دهند.

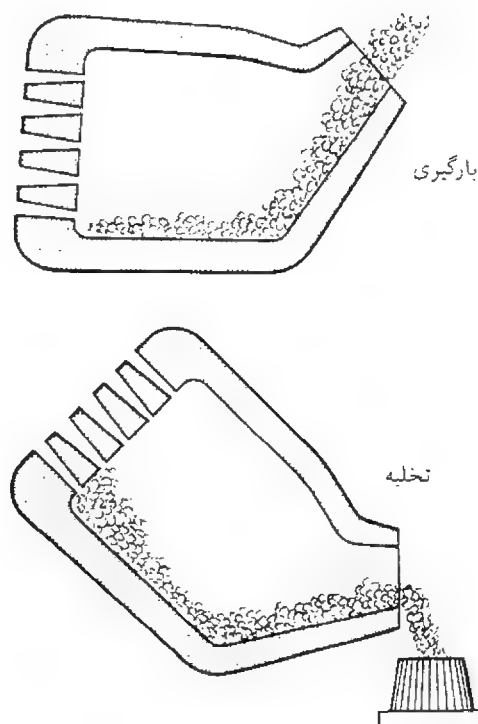
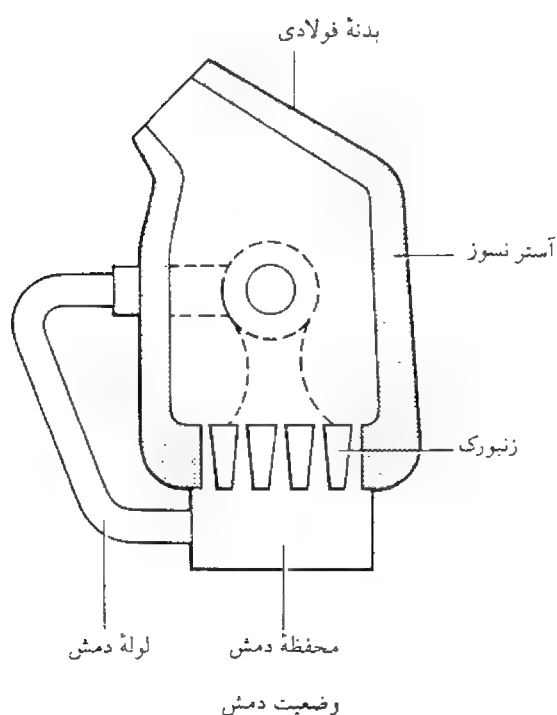
کنورتور بسمر

در اوایل دوران تولید فولاد، حذف ناخالصیهای چدن خام مشکل بزرگی بود. در سال ۱۸۵۶، سیرهنری بسمر فرایند بسمر را ابداع کرد که در آن هوایی که به چدن مذاب دمیده می شد، بخش عمده ناخالصیها را اکسید می کرد؛ بدین ترتیب پیشرفت مهمی حاصل شد.

کنورتور، که در شکل ۵-۲ نشان داده شده است، از صفحه های فولادی ضخیم ساخته می شود. کنورتور روی یاتاقانهای افقی توخالی سوار است و می تواند روی این یاتاقانها حرکت گهواره ای انجام دهد. لوله ای برای دمش هوا به کف کنورتور متصل است. جدار داخلی کنورتور را با مواد دیرگداز بازی یا اسیدی پوشش می دهند تا سرباره های، به ترتیب، بازی و اسیدی تشکیل دهند. برای ساخت آستر نسوز بازی، دولومیت را با قطران مخلوط می کنند و آجر می سازند؛ این آجرها را روی سطح داخلی کنورتور نصب می کنند. این نوع آستر نسوز می تواند همه ناخالصیها، از

فولاد نرم یا فولاد کم کربن ماده ای است که بیشتر از هر ماده دیگر در کارگاههای آموزشی مصرف می شود، زیرا هم ارزان است و هم خواص منحصر به فردی دارد.

فولاد کم کربن نوعی فولاد نرم است که تا حدود ۰.۳ درصد کربن به صورت پرلیت دارد؛ پرلیت از لایه ها یا تیغه های متناوب فریت و سمنتیت تشکیل می شود. در حین سنگ زدن فولاد کم کربن، جرقه های زرد درخشان ایجاد می شود. فولاد کم کربن را می توان به آسانی سوهان زد، آهنگری کرد، با پرس شکل داد، لحیمکاری و جوشکاری کرد. فولاد کم کربن کاربردهای بسیار متنوعی دارد: از کارهای سازه ای و ساختمانی، ساخت بدنه اتومبیل و تولید لوله گرفته تا ساخت پرچ، پیچ مهره، مهره، سیم، میخ و پیچ. چدن خام مهمترین ماده اولیه ای است که در تولید فولاد کم کربن مصرف می شود. در فرایند تولید فولاد کم کربن، ناخالصیهایی مانند سیلیسیم، منگنز، گوگرد، فسفر و متیزیم را از چدن خام جدا می کنند. کربن کاملاً حذف نمی شود، اما



شکل ۵-۲ کنورتور بسمر.

شمش‌ریزی فولاد را در قالب می‌ریزند تا به شکل شمش منجمد شود. شمشها را در کوره همدما ساز قرار می‌دهند تا برای انجام سایر عملیات فراوری گرم بمانند. به جای این عملیات می‌توان فولاد مذاب را مستقیماً به ماشین ریخته‌گری پیوسته منتقل کرد تا آن را به صورت شمشال، تختال یا شمشه ریخته‌گری کند.

فرایند بسمر کم‌هزینه و سریع است: فقط در حدود ۲۰ دقیقه طول می‌کشد. اما کنورتر بسمر در فولادسازی مدرن دیگر جایی ندارد.

کوره اجاق باز

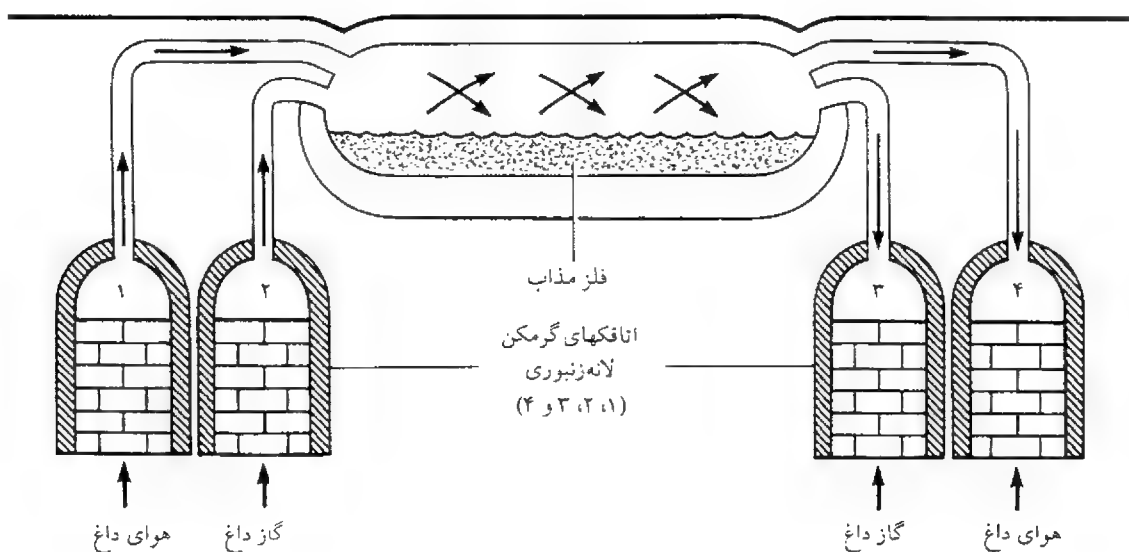
در سال ۱۸۶۵، سِر ویلیام زیمنس، کوره اجاق باز را ابداع کرد تا بتوان، در مقایسه با کنورتر بسمر، هربار مقادیر بیشتری فولاد تولید کرد. اما این فرایند به آهستگی انجام می‌شود: ۱۰ تا ۱۴ ساعت در مقایسه با ۲۰ دقیقه برای کنورتر بسمر.

کوره اجاق باز از محفظه وسیع و کم‌عمقی تشکیل می‌شود که آستر اسیدی یا بازی دارد. این کوره به دو مجموعه اتاقک پیش‌گرم‌کن مجهز است که داخل آنها به صورت لانه‌زنبوری آجرچینی شده است (شکل ۶-۲). هوا و گاز داغ شده بر اثر عبور از یک مجموعه از این اتاقکها وارد کوره می‌شود، و پس از عبور از روی بار، به مجموعه دوم

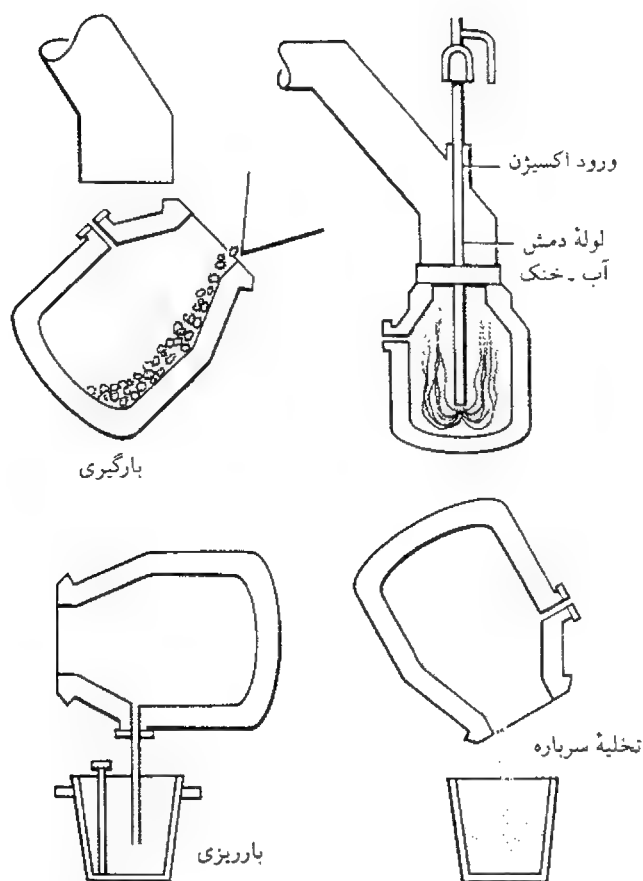
جمله گوگرد و فسفر، را حذف کند؛ مجموعه این ناخالصیها و آستر بازی، اکسیدهای بازی (یعنی سرباره‌های بازی) را تشکیل می‌دهند. برای ساخت آستر نسوز اسیدی از مواد دیرگداز سیلیسی استفاده می‌کنند که همه ناخالصیها، غیر از گوگرد و فسفر، را حذف می‌کند.

فولاد را به ترتیب زیر تولید می‌کنند. ابتدا کنورتر را پایین می‌آورند و مقدار معینی چدن خام مذاب و آهک در آن می‌ریزند. جریان هوای شدیدی را به داخل کنورتر می‌دمند تا مانع ورود بار به زنبورکها شوند. در مرحله دمش یا جوشش، که شامل غلیان شدید مذاب در کنورتر است، هوا کربن و سایر ناخالصیها را می‌سوزاند و همین فرایند سبب غلیان مذاب می‌شود. وقتی سوختن کربن پایان یافت، فسفر و ناخالصیهای دیگر می‌سوزند و دودی به رنگ قهوه‌ای تیره تولید می‌کنند که جایگزین شعله شدیدی است که در مرحله دمش مشاهده می‌شد. این مرحله را پس‌دمش می‌نامند.

چون همه کربن چدن می‌سوزد و اکسید و گاز تشکیل می‌دهد، مقدار معینی فرومنگنز، که آلیاژی از آهن، منگنز و کربن است، به مذاب می‌افزایند. مقدار کربن به نوع فولاد مورد نظر بستگی دارد. این فرایند را آرام‌سازی می‌نامند. پس از پایان فرایندهای بالا، فولاد مذاب را در پاتیل می‌ریزند تا به واحد شمش‌ریزی منتقل شود. در واحد



شکل ۶-۲ کوره اجاق باز.



شکل ۲-۷ کنورتر اکسیژنی.

اتاقکهای پیش‌گرم‌کن می‌رسد و آنها را گرم می‌کند. جهت جریان تقریباً هر ۲۰ دقیقه یکبار عوض می‌شود. تغییر متناوب جریان گاز و هوای داغ را بازایی می‌نامند. در هنگام استفاده از کوره اجاق باز برای تولید فولاد، فرایندهای زیر در آن انجام می‌شود. بار این کوره از چدن خام، قراضه، پوسته حاصل از نوردکاری و آهک تشکیل می‌شود که با ناخالصیهای دیگر ترکیب می‌شود و سرباره تشکیل می‌دهد. مخلوط هوا و گاز از روی بار کوره عبور می‌کند و روی اجاق کوره می‌سوزد و شعله به سمت بار هدایت می‌شود. فلز همواره در دمایی بسیار بالا نگه داشته می‌شود. در فواصل زمانی معین، از مذاب نمونه‌برداری می‌کنند تا ترکیب شیمیایی آن، در آزمایشگاه، تعیین شود. این کار را تا زمانی ادامه می‌دهند که ترکیب شیمیایی مطلوب حاصل شود. ماده‌ای اکسیدزدا، مانند فروسیلیس یا فرومنگنز به بار کوره اضافه می‌کنند تا اکسیژن موجود در آن را حذف کند و کربن را به میزان مطلوب برساند. سرانجام فولاد مذاب را در پاتیل تخلیه می‌کنند و آن را به کارگاه شمش‌ریزی یا ریخته‌گری پیوسته انتقال می‌دهند.

کنورتر اکسیژنی بازی

کنورتر اکسیژنی یکی از دو کوره اصلی متداول برای فولادسازی در صنایع مدرن است. دیگری کوره قوس الکتریکی است.

این نوع کوره هر بار تا ۳۵۰ تن فولاد تولید می‌کند و تولید این مقدار فولاد در حدود ۴۵ دقیقه یا کمتر طول می‌کشد. این کوره شبیه کنورتر بسمر است (شکل ۲-۷)، اما برای تولید فولاد، به جای هوا، اکسیژن مصرف می‌کند.

برای بارگیری، کنورتر را کج می‌کنند و داخل آن قراضه و چدن خام مذاب (در حدود ۷۵ درصد کل بار) می‌ریزند. سپس کنورتر را به حالت قائم برمی‌گردانند و لوله دمش را، که با آب خنک می‌شود، از بالا وارد آن می‌کنند؛ اکسیژن که با فشار بسیار زیاد، از طریق این لوله، به مذاب دمیده می‌شود،

با کربن و سایر عناصر نامطلوب موجود در بار ترکیب می‌شود تا ناخالصیها را حذف کند. آهک را در مرحله «دمش» به بار اضافه می‌کنند تا با ناخالصیها ترکیب شود و سرباره تشکیل دهد. پیش از تخلیه فولاد مذاب در پاتیل، مواد آلیاژی را به آن اضافه می‌کنند، سپس کنورتر را کاملاً سروته می‌کنند تا سرباره از آن خارج شود.

کوره‌های برقی

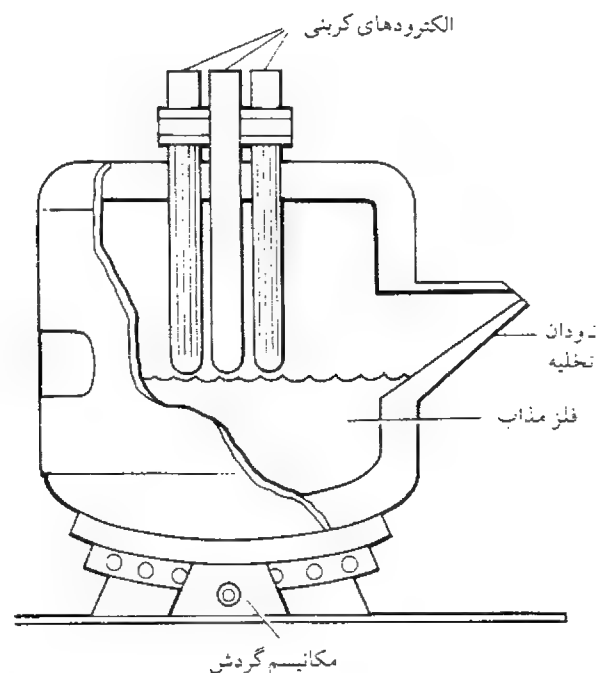
با استفاده از کوره‌های برقی، آثار زیانبار ناشی از تشکیل اکسیدهای مختلف در نتیجه سوختن کک یا گاز در کوره اجاق باز و کنورتر بسمر برطرف شد. در این نوع کوره می‌توان فولاد کربنی و فولاد آلیاژی بسیار مرغوب برای ساخت ابزار تولید کرد. معمولاً از دو نوع کوره برقی استفاده می‌شود که عبارت‌اند از کوره قوس الکتریکی و کوره القایی فرکانس بالا.

کوره قوس الکتریکی

کوره قوس الکتریکی، ابتدا برای تولید فولاد مخصوص مرغوب ابداع شد. اما امروزه از این نوع کوره برای تولید فولادهای آلیاژی، زنگ‌نزن، کربنی و کم‌آلیاژ نیز استفاده می‌شود. این فرایند پرهزینه است زیرا خیلی برق مصرف می‌کند، اما در این نوع کوره، کنترل دقیق ترکیب شیمیایی نهایی فولاد امکانپذیر است. امروزه در کوره‌های قوس الکتریکی می‌توان در مدتی کمتر از ۹۰ دقیقه، تا ۱۵۰ تن فولاد تولید کرد.

این کوره (شکل ۸-۲) از یک محفظه گرد با در متحرک تشکیل می‌شود. بدنه این کوره فولادی است و سطح داخلی آن را با مواد نسوز می‌پوشانند. کوره قوسی سه الکترود کربنی/گرافیتی دارد که با ایجاد قوس بین خود، گرما تولید می‌کنند. کل کوره روی مکانیسمی قرار دارد که خم می‌شود و به کمک آن می‌توان کوره را بارگیری و تخلیه کرد.

بار کوره قوسی از آهن قراضه یا فولاد مرغوب کوره اجاق باز (برای تولید فولاد ابزار) تشکیل می‌شود. پس از بارگیری کوره، آن را به وضعیت عمودی برمی‌گردانند و در کوره سرجای خود قرار می‌گیرد. سپس الکترودها، که به طور

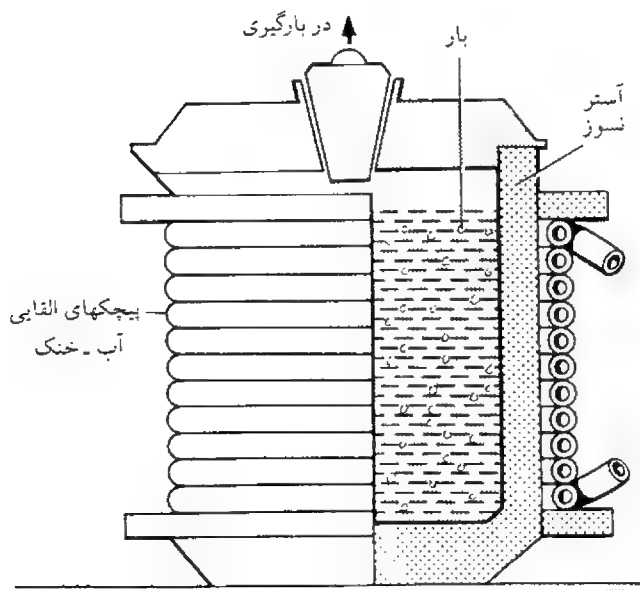


شکل ۸-۲ کوره قوس الکتریکی.

خودکار کنترل می‌شوند، پایین می‌آیند و با نزدیک شدن آنها به بار کوره، قوس الکتریکی ایجاد می‌شود. گرمای حاصل از این قوس آهن قراضه را ذوب می‌کند. سپس سنگ آهک و فلدسپار به کوره اضافه می‌کنند تا به صورت گدازآور عمل کنند؛ گاهی اکسیژن نیز به داخل مذاب می‌دمند. ناخالصیهای موجود در بار، سرباره‌ای مذاب تشکیل می‌دهند؛ کوره را کج می‌کنند تا این سرباره تخلیه شود. در فواصل زمانی معین از بار کوره نمونه‌برداری می‌کنند تا ترکیب شیمیایی آن را تعیین کنند. وقتی مذاب به ترکیب شیمیایی مورد نظر رسید، کوره را کج می‌کنند و فولاد مذاب را در پاتیل تخلیه و به محل ریخته‌گری منتقل می‌کنند.

کوره القایی فرکانس بالا

با استفاده از این نوع کوره می‌توان فولاد پرکربن، فولاد زنگ‌نزن، فولاد تندبر و فولادهای آلیاژی دیگر تولید کرد. این کوره (شکل ۹-۲) از کوره قوسی کوچکتر است، و ظرفیت آن معمولاً به ۱ تن محدود می‌شود. این کوره از بوته‌ای تشکیل می‌شود که آستری دیرگداز دارد که پیچک (کویل) مسی آبگردی آن را احاطه کرده است؛ از این پیچک جریان متناوب می‌گذرد.



شکل ۹-۲ کوره القایی فرکانس بالا.

سختی: توانایی فلز برای مقاومت در برابر خراشیدگی و سایش است. سنبه‌نشان و مته باید سخت باشند.

شکلپذیری: قابلیت فلز است برای کشیده شدن در حالت سرد، بدون اینکه گسیخته شود. این خاصیت برای کشش سیم و لوله ضروری است.

شکنندگی: خاصیت نامطلوبی است که بر اثر آن فلز، بدون نشانه قبلی، گسیخته می‌شود. نقطه مقابل چقرمگی است. به عنوان نمونه‌ای از قطعات شکننده می‌توان از بدنه گیره‌های رومیزی نام برد.

چقرمگی: این خاصیت به فلز امکان می‌دهد که خم شود یا پیچد و در برابر ضربه مقاومت کند و گسیخته نشود.

چکش‌خواری: فلزات چکش‌خوار را می‌توان چکش‌کاری، نورد یا روزن‌رانی (اکستروژن) کرد، بدون اینکه گسیخته شوند. طلا و آلومینیم نمونه‌هایی از فلزات چکش‌خوارند.

استحکام کششی: استحکام کششی نهایی فلز است. کشسانی: قابلیت فلز است برای بازیافتن شکل یا اندازه اولیه خود پس از کشیده شدن، فشرده شدن یا تغییر شکل یافتن. به عنوان نمونه می‌توان از فتر نام برد.

خاصیت مغناطیسی: خاصیتی است که سبب می‌شود فلز به صورت آهن‌ربا عمل کند و آهن را جذب یا دفع کند.

چگالی نسبی: نسبت چگالی ماده به چگالی آب است؛ قبلاً آن را وزن مخصوص می‌نامیدند.

انبساط و انقباض: اغلب فلزات بر اثر گرما منبسط و بر اثر سرما منقبض می‌شوند.

دسته‌بندی فولادهای کربنی

فولاد از آهن و کربن، به نسبت‌های مختلف، تشکیل می‌شود.

مقدار کربن فولاد، از مقادیر ناچیز تا حدود ۱٫۵ درصد تغییر می‌کند و حاصل این تغییر، تولید فولادهای نرم، شکلپذیر و بسیار سخت است. بنابراین فولادها را می‌توان بر اساس مقدار کربن آنها، مطابق جدول ۲-۲، دسته‌بندی کرد.

بار این کوره فولاد قراضه به دقت توزین شده و عنصرهای آلیاژی خاص، برای تولید فولادهای آلیاژی است. از پیچک جریان متناوب می‌گذرد. میدان مغناطیسی ایجاد شده در اطراف پیچک، جریانهای گردابی نیرومندی در بار کوره القا می‌کند؛ بار کوره در برابر این جریانهای گردابی از خود مقاومت نشان می‌دهد و به اندازه‌ای گرما تولید می‌کند که بار ذوب می‌شود. جریانهای گردابی سبب می‌شوند بار در کوره گردش کند و در نتیجه اکسیدزدایی به طور کامل انجام شود و محصولی سالم به دست آید. وقتی تجزیه نمونه‌ها نشان داد که مقدار کربن به سطح مطلوب رسیده است، فولاد را در پاتیل تخلیه می‌کنند تا به محل ریخته‌گری انتقال یابد.

خواص فلزات

درک خواص فلزات ضرورت دارد زیرا انتخاب و کاربرد فلزات عمدتاً تابع همین خواص است. دسته‌بندی اصلی خواص فلزات در جدول ۱-۲ ارائه شده است.

این خواص عبارت‌اند از:

رنگ: رنگ به شناسایی فلزات کمک می‌کند و سبب می‌شود که پس از صیقل‌کاری، جلوه ظاهری بهتری داشته باشند. رنگ فلزات در فلزکوبی و جواهرسازی نیز به کار می‌آید. گدازپذیری: این همان مشخصه‌ای است که سبب می‌شود فلزات، در نتیجه گرم شدن، ذوب شوند. گدازپذیری فلزات هنگامی اهمیت می‌یابد که ریخته‌گری فلز موردنظر باشد. رسانندگی: سهولت عبور گرما یا الکتریسیته از فلزات است. مس و آلومینیم رساناهای خوبی هستند.

جدول ۱-۲ دسته‌بندی خواص فلزات

خواص	شرح	مثال
فیزیکی	مربوط به جسم فلز	وزن، گدازپذیری
شیمیایی	توانایی مقاومت در برابر خوردگی و آثار آلیاژسازی	
مکانیکی	آثار نیروهای خارجی روی فلزات	فشردگی، استحکام

جدول ۲-۲ دسته‌بندی فولادهای کربنی

ماده	مقدار کربن (%)	خواص	شکل قابل تهیه	کاربردها
فولاد بسیار کم کربن	۰-۰۱۸	نرم، شکلپذیر و چکش‌خوار، اما ضعیف، ترک نمی‌خورد	مفتول، میله و ورق	پرسکاری عمیق، ساخت بدنه اتومبیل
فولاد کم کربن	۰۲۵-۰۳	از همه فولادها متداولتر است. به آسانی ماشینکاری می‌شود. قابل ریخته‌گری، آهنگری و جوشکاری است. در هوا زنگ می‌زند.	مفتول، میله، سیم، ورق و مقاطع مختلف (مانند سپری، نبشی)	در ساخت سازه‌ها و مصارف عمومی کارگاهی
فولاد متوسط کربن	۰۴-۰۶	به آسانی ماشینکاری می‌شود. می‌توان آن را آهنگری و جوشکاری کرد. وقتی درست عملیات حرارتی شود، سخت، شکلپذیر و محکم است.	مفتول، میله، مقاطع تخت	سرچکش، بدنه گیره‌های فولادی ساخته شده از طریق آهنگری، قالب پرچ، ابزارهای کشاورزی.
فولاد پر کربن	۰۷-۱۴	شکلپذیری آن کمتر است، ولی سخت و محکم است. می‌توان روی آن عملیات حرارتی انجام داد. به خوبی ماشینکاری می‌شود. قابل جوشکاری است. اگر ۰۱٪ یا بیشتر کربن داشته باشد، فولاد «ریخته‌گی» یا «ابزار» است.	معمولاً به صورت میله‌های کوتاه با مقاطع مختلف (گرد، چهارگوش، شش گوش، هشت گوش) موجود است.	مناسب برای ساخت همه نوع ابزار برش، به شرح زیر: ۰۷ درصد کربن - قلم سردتر، سنبه. ۰۹ درصد کربن - ابزارهای تراشکاری، تیغه‌فرز، تیغه‌اره ۱۰ درصد کربن - مته، فلاویز، حدیده ۱۲ درصد کربن - اسکنه، تیغ رنده ۱۳ درصد کربن - سوهان، شابر، بلبرینگ

مقاطع تجاری فولادی

پس از تولید فولاد، آن را به بازار عرضه می‌کنند تا به مصارف مختلف برسد. برای عرضه فولاد به بازار، باید آن را به شکل مناسب درآورد. شکلهای مناسب عبارت‌اند از میله، مفتول، لوله، ورق، صفحه و تسمه.

در آهنگری فولاد را، با پتکاری یا پرسکاری، به صورت قطعات مختلف، مثلاً اکسل اتومبیل، شکل می‌دهند. برای تولید میله، مفتول یا لوله، فولاد مذاب یا شمش گداخته را نورد می‌کنند تا ابتدا به شمشه و سپس به شمشال تبدیل شود. برای تولید ورق، صفحه و تسمه، تختال را نورد می‌کنند تا به مقاطع مناسب تبدیل شود. مقاطع تولید شده را به طولهای معین برش می‌دهند (تسمه و صفحه) یا به صورت رول می‌پیچند (ورق).

وقتی فولاد گداخته را نورد، پرسکاری یا آهنگری می‌کنند، روی سطح آن پوسته‌های اکسیدی تشکیل می‌شود؛ پس از سرد شدن قطعات تولیدی، همین پوسته اکسیدی

سطح آنها را سیاه می‌کند و این محصولات را با صفت سیاه می‌شناسند، مانند ورق سیاه یا لوله سیاه. برای تولید محصولات سفید، پیش از نوردکاری نهایی، باید آنها را با اسید سولفوریک رقیق شست، آبکشی کرد و روغن زد.

فولادهای آلیاژی

به فولادهای کربنی ساده عنصرهای آلیاژی اضافه می‌کنند تا خواص آنها بهبود یابد. معمولاً از عنصرهای نیکل، کروم، مولیبدن، تنگستن، وانادیم، منگنز و کبالت به این منظور استفاده می‌کنند.

فولاد نیکل‌دار با اضافه کردن مقادیر مختلف نیکل به فولاد کربنی ساده با ۰۴ درصد کربن، تولید می‌شود. در نتیجه این عمل سختی و استحکام فولاد افزایش می‌یابد. این نوع فولاد در برابر خوردگی مقاوم است و زیاد در

افزایش می‌دهد. از فولاد منگنزدار در ساخت چرخدنده و سوزن راه آهن استفاده می‌شود. کبالت چقرمگی و استحکام فولاد را افزایش می‌دهد و به حفظ خاصیت مغناطیسی در آن کمک می‌کند. از فولاد کبالت‌دار در ساخت ابزارهای برش استفاده می‌کنند.

عملیات حرارتی فولاد کربنی ساده

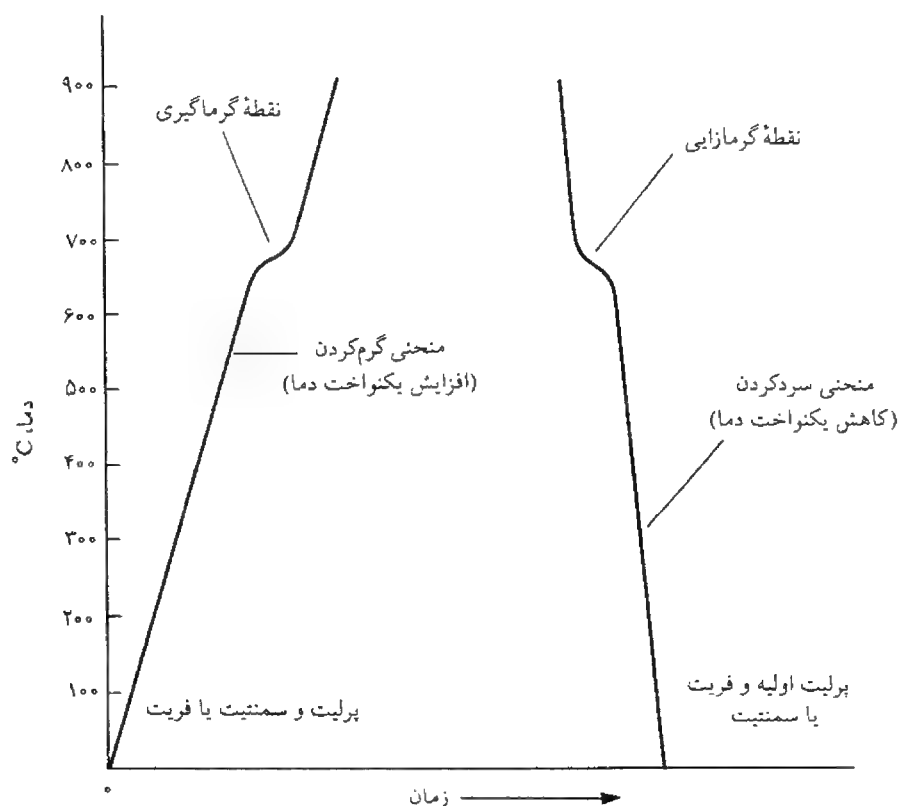
عملیات حرارتی فولاد کربنی ساده عبارت است از گرم کردن فولاد تا دمای مطلوب و سپس سرد کردن آن با آهنگ مناسب (شکل ۲-۱۰).

این فرایند کمک می‌کند تا:

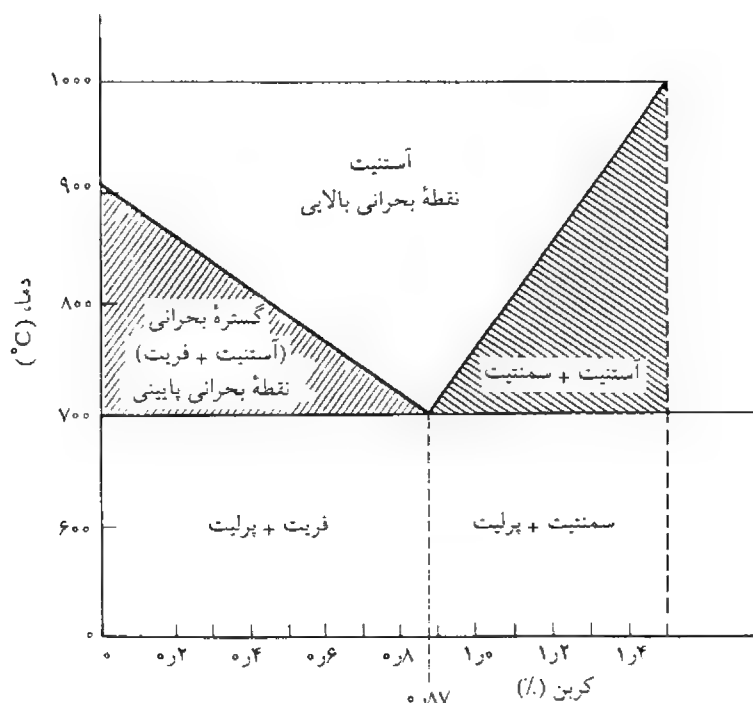
۱. فولاد نرم شود؛
۲. فولاد سخت شود؛
۳. تنشهای داخلی آن حذف شوند و فولاد چقرمه شود؛
۴. سطح آن سخت شود.

معرض انبساط گرمایی نیست. از فولادهای نیکل‌دار برای ساخت میل‌لنگ، شاتون، پره‌های توربین بخار، سوپاپ‌های موتور احتراق داخلی و ابزارهای اندازه‌گیری استفاده می‌شود.

کروم را به فولادهای کربنی ساده اضافه می‌کنند تا سختی آنها افزایش یابد. از فولادهای کروم‌دار برای ساختن بلیرینگ و کارد و چنگال استفاده می‌شود. در فولادهای نیکل-کروم از خواص هر دو عنصر استفاده می‌شود. این نوع فولاد برای ساخت محورها و پیچ‌مهره‌های پراستحکام به کار می‌رود. مولیبدن استحکام، کشسانی و قابلیت ماشینکاری فولاد را افزایش می‌دهد. از فولاد مولیبدن‌دار برای ساخت موتور هواپیما استفاده می‌شود. تنگستن سختی را افزایش می‌دهد؛ فولاد تنگستن‌دار برای ساخت نوک قلم تراشکاری، تیغه‌اره، تیغه‌فرز و مته به کار می‌رود. وانادیم را به فولاد اضافه می‌کنند تا چقرمگی و استحکام آن افزایش یابد. فولاد وانادیم‌دار در برابر سایش مقاوم است و در ساخت میل‌لنگ از آن استفاده می‌شود. منگنز استحکام و مقاومت در برابر سایش را



شکل ۲-۱۰ منحنیهای گرم کردن و سرد کردن فولاد.



شکل ۱۱-۲ نمودار عملیات حرارتی فولاد کربنی.

تشکیل می‌شود. آستنیت محلول جامد کربن و آهن است؛ آستنیت ماده‌ای سخت و غیرمغناطیسی است.

سرد کردن

وقتی فولاد به آهستگی سرد شود، بسته به مقدار کربن آن، آستنیت به پرلیت و فریت یا سمنتیت تجزیه می‌شود. نقطه نهان گرمادهی، که همان دمای بحرانی پایینی است، جایی است که در آن منحنی سرد کردن ناپیوستگی پیدا می‌کند. با آب دادن (سرد کردن سریع) فولاد در روغن یا آب، می‌توان سرعت سرد کردن را افزایش داد. در این حالت، مارتنزیت تشکیل می‌شود (که آستنیت و مقدار زیادی فریت یا سمنتیت است). فولادهایی که به این ترتیب سرد شوند سخت‌ترند (سختی آنها به مقدار کربن بستگی دارد).

فرایندهای عملیات حرارتی

عملیات حرارتی فولادهای کربنی معمولاً شامل تابکاری، یکنواخت‌سازی، سخت‌سازی و بازپخت است.

روی ابزارها باید عملیات حرارتی انجام داد تا خواص مورد نیاز در آنها ایجاد شود. فولاد را باید در دماهای معینی تحت عملیات حرارتی قرار داد؛ دماهایی که در آنها، در هنگام گرم شدن و سرد شدن فولاد، تغییراتی در آن پدید می‌آید (شکل ۱۱-۲).

رفتار فولاد در هنگام گرم و سرد شدن

گرم کردن

وقتی فولاد را گرم می‌کنند، ساختار آن تغییر نمی‌کند تا اینکه دمای آن به دمای بحرانی پایینی (در حدود 700°C) برسد (شکل‌های ۱۰-۲ و ۱۱-۲). دما باید به طور یکنواخت افزایش یابد. فولادهایی که تا ۰٫۸٪ درصد کربن دارند از فریت و پرلیت تشکیل می‌شوند؛ فولادهایی که بیشتر از ۰٫۸٪ درصد کربن دارند از سمنتیت و پرلیت تشکیل می‌شوند.

در فاصله دماهای بالایی و پایینی، ساختار فولاد تغییر می‌کند، زیرا کربن با آهن محلول جامد تشکیل می‌دهد. برای انجام این تحول گرما لازم است، در نتیجه در این ناحیه منحنی دما-زمان (شکل ۱۰-۲)، ناپیوستگی پیدا می‌کند. این نقطه را، نقطه نهان گرم‌گیری می‌نامند و همان دمای بحرانی پایینی است. در دمای بحرانی بالایی (حدود 900°C)، آستنیت

تابکاری

وقتی فولاد را تابکاری می‌کنیم نرم می‌شود. معمولاً فولادهای کم‌کربن را تابکاری می‌کنند. فولادهای تابکاری شده به آسانی ماشینکاری می‌شوند، زیرا تنشهای ناشی از سردکاری از آنها حذف شده است. فرایند تابکاری شامل گرم کردن فلز تا بالای دمای بحرانی بالایی (شکل ۲-۱۱) و سرد کردن آهسته آن در کوره یا در میان ماسه است. سرد شدن آهسته به فولاد امکان می‌دهد که کیفیت اولیه خود را حفظ کند. ساختار حاصل از تابکاری، بسته به مقدار کربن، از پرلیت مخلوط با سمیتیت یا فریت تشکیل می‌شود که ساختاری درشت است. این فرایند برای فولاد آهنگری شده و ابزارهایی که پس از گرمکاری باید روی آنها ماشینکاری انجام داد، مناسب است.

یکنواخت‌سازی

از این فرایند نیز، مانند تابکاری، برای نرم کردن فولاد استفاده می‌شود. به کمک این فرایند می‌توان فولادهای کم‌کربن را به شرایط اولیه آنها برگرداند. این فرایند شبیه تابکاری است، اما آهنگ سرد کردن در آن بالاتر است. فولاد را گرم می‌کنند تا به رنگ سرخ آلبالویی درآید؛ سپس آن را در هوای ساکن سرد می‌کنند. در این شرایط کربن فرصت کافی برای پخش شدن کامل در فلز را ندارد و، در نتیجه، ساختار بلوری فولاد یکنواخت شده، ظریفتر است. سختی فولاد یکنواخت شده از سختی فولاد تابکاری شده، اندکی بیشتر و شکلپذیری آن کمتر است. از فرایند یکنواخت‌سازی برای تولید ساختار دانه‌ای یکنواخت و حذف تنشهای داخلی ناشی از نوردکاری و ریخته‌گری استفاده می‌شود.

سخت‌سازی

فولادهای پرکربن (۰.۸ تا ۱.۵ درصد) را تا دمایی بین ۷۰۰ و ۹۰۰°C (یعنی درست بالاتر از دمای بحرانی پایینی) گرم می‌کنند. در نتیجه ساختار فولاد به آستنیت تبدیل می‌شود؛ وقتی این فولاد را آب بدهند، آستنیت به ساختاری سخت و

شکننده به نام مارتنزیت تبدیل می‌شود.

پس از گرم کردن، فولاد را در آب نمک (محلول ۱۰ درصد کلرید سدیم)، روغن یا آب، آب می‌دهند. در نتیجه گرمای خود را به سرعت از دست می‌دهد و خواص مورد نظر در آن ایجاد می‌شود. فولاد آب داده پراستحکام و شکننده است، می‌تواند فلزات را بترشد و در برابر سایش مقاومت کند. از فولادهای سخت شده برای ساخت ابزار و سطوح مقاوم در برابر سایش، محورها و ابزارهای آج‌زنی استفاده می‌کنند.

سخت‌سازی سطحی

با افزودن کربن به سطح فولاد نرم و سپس آب دادن، می‌توان پوسته‌ای سخت در سطح آن ایجاد کرد. قطعاتی که باید سخت‌سازی سطحی شوند در یک سینی فولادی چیده می‌شوند و پودری غنی از کربن را روی آنها می‌پاشند. سپس آنها را گرم می‌دهند تا به رنگ سرخ آلبالویی درآیند؛ فولاد کربن را به خود جذب می‌کند. عمق نفوذ کربن در فولاد به زمان نگهداری قطعات در دمای مناسب بستگی دارد. این فرایند برای قطعاتی مناسب است که باید در برابر سایش مقاوم باشند و در عین حال مغز نرمی داشته باشند که بتواند در برابر ضربه پایداری کند؛ به عنوان مثال می‌توان از آچارها، گونیای جناغی و قلم‌گیر نام برد.

بازپخت

معمولاً پس از سخت‌سازی فولاد، آن را بازپخت می‌کنند تا شکنندگی آن کاهش و چقرمگی آن افزایش یابد. در کارگاه می‌توان از تغییر رنگ قطعات در حین گرم شدن، به عنوان راهنما استفاده کرد. فولاد سخت شده را صیقل می‌زنند، به طوری که بتوان تغییر رنگ آن را مشاهده کرد. سپس آن را گرم می‌کنند تا به رنگ بازپخت موردنظر برسد؛ بعد آن را آب می‌دهند. از فرایند بازپخت برای کاهش شکنندگی قلم، سرچکش، مته و غیره استفاده می‌کنند. در جدول ۲-۳ رنگهای بازپخت و بعضی از ابزارها و قطعاتی که بازپخت می‌شوند آمده است.

عملیات حرارتی عبارت‌اند از تابکاری (برای نرم‌کردن)، یکنواخت‌سازی، سخت‌سازی یا بازپخت (برای کاهش شکنندگی).

تمرین و پرسش

۱. منظور از فلزات آهنی و غیرآهنی چیست؟
۲. برای تولید چدن خام از چه کوره‌ای استفاده می‌شود؟
۳. ماده اولیه اصلی برای تولید فلزات آهنی کدام است؟
۴. چهارکانه آهن را نام ببرید.
۵. چرا به بار کوره بلند سنگ آهک اضافه می‌کنند؟
۶. آهن ورزیده را چگونه تولید می‌کنند؟
۷. الف) روش تولید فولاد کم‌کربن، با استفاده از کنورتر بسمر یا کوره اجاق باز را شرح دهید.
ب) مقطع کوره‌ای را که برای تولید فولاد کم‌کربن انتخاب می‌کنید، ترسیم کنید.
۸. چدنهای زیر را به اختصار توصیف کنید:
الف) چدن خاکستری
ب) چدن سفید
ج) چدن چکش‌خوار.
۹. خواص زیر را شرح دهید:
الف) سختی
ب) شکلپذیری
ج) شکنندگی
د) چکش‌خواری
۱۰. الف) تشکیل دهنده‌های اصلی فولاد را نام ببرید.
ب) مقدار کربن و کاربرد هریک از فولادهای زیر را بیان کنید: فولاد بسیار کم‌کربن؛ فولاد کم‌کربن؛ فولاد متوسط کربن؛ فولاد پرکربن.
۱۱. الف) دلیل اصلی شکل‌دادن یا تبدیل فولاد به مقاطع و شکلهای مناسب چیست؟
ب) تفاوت میله، صفحه، لوله، شمشه و شمشال را شرح دهید. شرح خود را با شکل تکمیل کنید.
۱۲. الف) چرا به فولاد کربنی ساده، عنصرهای آلیاژی اضافه می‌کنند؟

جدول ۳-۲ جدول بازپخت

کاربرد	رنگ بازپخت	دما (°C)
شاپر، قلم تراشکاری	کاهی روشن	۲۳۰
منه و برزو، تیغه فرز	کاهی تیره	۲۴۰
قلاویز و حدیده، تیغه گیوتین	قهوه‌ای	۲۵۰
تیغ‌رنده، اسکنه، قلم سردبر	ارغوانی مایل به قهوه‌ای	۲۶۰
برقوی تخت، اسکنه	ارغوانی	۲۷۰
آچار، فنر، پیچ‌گوشتی، چاقو	آبی	۳۰۰

موضوع مطالب این فصل

- ماده اولیه اصلی برای تولید چدن خام، که خود ماده اولیه اصلی برای ساخت فولاد به شمار می‌رود، سنگ آهن است. انواع متداول سنگ آهن عبارت‌اند از هماتیت، منیتیت و لیمونیت.
- چدن خام را در کوره بلند تولید می‌کنند. مواد دیگر در کوره‌های زیر تولید می‌شوند: کوره بودلاژ (آهن ورزیده)؛ کوره کوبل (چدن ریخته‌گری)؛ کنورتر بسمر/کوره اجاق باز (فولاد کم‌کربن)؛ کوره‌های برقی (فولاد ابزار و فولاد کربنی مرغوب).
- خواص مهم فلزات عبارت‌اند از رنگ، گدازپذیری، رسانندگی، سختی، شکلپذیری، شکنندگی، استحکام و چکش‌خواری که همه آنها مزایا و معایب خاص خود را دارند.
- فولادها را معمولاً برحسب مقدار کربن آنها دسته‌بندی می‌کنند. اساساً فولاد کم‌کربن نرم است و فولادهای بسیار سخت مقدار زیادی کربن دارند.
- پیش از عرضه فولاد به بازار، آن را به شکل مناسب درمی‌آورند.
- برای بهبود خواص فولادهای کربنی ساده، به آنها عنصرهای آلیاژی (مانند نیکل، کروم و منگنز) اضافه می‌کنند.
- با انجام عملیات حرارتی روی فلزات می‌توان آنها را نرم، سخت یا تنش‌گیری کرد؛ در عملیات حرارتی، فلز را تا دمای مورد نظر گرم و سپس با آهنگ مناسب سرد می‌کنند. انواع

- ب) اثر عنصرهای آلیاژی نیکل، کروم و تنگستن را شرح دهید.
۱۳. چهار دلیل برای انجام عملیات حرارتی روی فولادهای کربنی بیاورید.
۱۴. رفتار فولاد را، وقتی تا بالای دمای بحرانی پایینی گرم

- می شود، توصیف کنید.
۱۵. قطعه‌ای فولاد آهنگری شده در اختیار داریم. چه عملیاتی باید روی آن انجام دهیم تا نرم شود؟ عملیات حرارتی مورد استفاده را نام ببرید.

فلزات غیر آهنی و پلاستیکها

مقدمه

۵. به آسانی و در دمای حدود 660°C ذوب می شود.

آلومینیم به شکل ورق، صفحه، تسمه، مفتول، لوله، سیم و پروفیل به بازار عرضه می شود. از آلومینیم برای ساخت اقلام مختلف مورد مصرف در خانه، مثلاً فویل برای بسته بندی مواد غذایی، یا سر بطری شیر استفاده می شود. آلومینیم به دلیل سبکی، برای ساخت قطعات هواپیما و بدنه اتومبیل به کار می رود. در صنعت ساختمان، از این فلز برای ساختن در و پنجره و پوشش بام استفاده می شود.

وقتی آلومینیم را با عنصرهای دیگر آلیاژ می کنند، خواص مکانیکی آن، از قبیل سختی، قابلیت ماشینکاری و سیالیت بهبود می یابد. آلیاژهای ریختگی آلومینیم معمولاً ۸۸ درصد آلومینیم، ۱۰ درصد سیلیسیم و ۲ درصد عنصرهای دیگر دارند. از این آلیاژها برای ساخت قطعات ریختگی مختلفی مانند پوسته گیربکس، کارتر و سرسیلندر استفاده می شود. آلیاژهای نوردی یا آهنگری آلومینیم به صورت ورق، میله، تسمه، لوله و سیم عرضه می شوند. خواص مکانیکی آنها، در مقایسه با آلیاژهای ریختگی بهتر است و برای ساخت ظروف آشپزی، قطعات هواپیما و غیره به کار می روند.

مس و آلیاژهای آن

رنگ مس صورتی مایل به قهوه ای و نقطه ذوب آن 1080°C است. از مس به صورت خالص و در ساخت آلیاژهایی مانند برنج استفاده می کنند. مس را با استفاده از کالکوپریت (Cu_2FeS_4)، کالکوسیت (Cu_2S)، بورنیت (Cu_3FeS_4) یا

فلزات غیر آهنی، برخلاف فلزات آهنی، آهن ندارند.

این فصل به بحث در مورد فلزات غیر آهنی و پلاستیکها اختصاص دارد. دو دسته اصلی فلزات غیر آهنی عبارت اند از فلزاتی که به حالت خالص مصرف می شوند (مانند آلومینیم، سرب، روی و قلع) و آنهایی که از دو یا چند تا از فلزات بالا تشکیل می شوند، مانند برنز و برنج. بحث دیگر این فصل به پلاستیکها اختصاص یافته است.

انواع فلزات غیر آهنی

آلومینیم و آلیاژهای آن

آلومینیم را، به روش الکترولیز، از بوکسیت تولید می کنند. بوکسیت خرد شده را در محلول سود سوزآور گرم حل می کنند. ناخالصیهای محلول حاصل را با استفاده از فیلتر جدا می کنند و سرانجام آلومین بسیار خالص به دست می آورند. خلوص آلومینیم خالص بین ۹۹ و ۹۹٫۹۹ درصد و رنگ آن خاکستری روشن است.

آلومینیم خواصی به شرح زیر دارد:

۱. آلومینیم نرم، شکلپذیر و رسانای خوب گرما و الکتریسیته است.

۲. در برابر خوردگی مقاوم است.

۳. سبک است و وزن مخصوص آن به حدود $\frac{1}{3}$ وزن مخصوص فولاد می رسد.

۴. به آسانی می توان آن را آهنگری، ریخته گری، ماشینکاری و صیقل کاری کرد.

مالاکیت $(\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH}))$ ، در کوره انعکاسی تولید می کنند. اهمیت مس از خواص زیر ناشی می شود:

۱. رسانندگی الکتریکی و گرمایی آن بسیار بالاست.
۲. در برابر خوردگی مقاوم است.
۳. قابل آهنگری، ریخته گری و کشش به صورت لوله و سیم است.
۴. وقتی صیقل کاری شود ظاهر جذابی پیدا می کند.
۵. به آسانی با فلزات دیگر آلیاژ تشکیل می دهد.
۶. کار - سختی پذیر است (یعنی وقتی روی آن کار انجام دهند، سخت می شود)، اما در نتیجه گرم کردن تا رسیدن به رنگ سرخ تیره و سپس سرد کردن در آب، تابکاری می شود.

مس در کارهای برقی، عمدتاً به صورت سیم، مصرف فراوانی دارد (۵۰ درصد مس تولید شده در جهان در این صنعت مصرف می شود).

سرمهویه را از مس می سازند زیرا رسانندگی آن بالاست. از مس در ساخت پرچ، لوله، ظرف و نیز به صورت عنصر آلیاژی در فلزات دیگر استفاده می کنند. چنانکه گفته شد مس با فلزات دیگر به آسانی آلیاژ تشکیل می دهد و بنابراین برای ساخت انواع آلیاژ با پایه مس به کار می رود.

برنج آلیاژ مس و روی، به نسبت های مختلف، است که کمتر از ۵ یا ۶ درصد فلزات دیگر دارد. مقدار روی در برنج از ۲۰ تا ۴۵ درصد و رنگ آن از مسی تا زرد روشن تغییر می کند. برنج در دمایی حدود ۹۵۰ تا ۱۰۰۰°C ذوب می شود. انواع آن به شرح زیر است.

برنج طلایی یا طلای بدلی ۸۵ درصد مس و ۱۵ درصد روی دارد. به سبب رنگ طلایی، از آن زینت آلات بدلی ارزان قیمت می سازند. آن را می توان زردجوشکاری کرد یا لعاب داد. برنج طلایی چکش خوار و شکل پذیر است. برنج زرد ۶۰ درصد مس و ۴۰ درصد روی دارد. روی این آلیاژ می توان در هر دو حالت گرم یا سرد کارهای شکل دادن ساده انجام داد. از این آلیاژ برای پرسکاری گرم اتصالات

لوله کشی آب نیز استفاده می شود. برنج کشتی آلیاژی با ۶۲ درصد مس، ۳۷ درصد روی و ۱ درصد قلع است. با اضافه کردن قلع، مقاومت آلیاژ در برابر خوردگی افزایش می یابد، اما شکل پذیری آن کمتر می شود. از این آلیاژ برای ساخت محور و چرخنده، از طریق تراشکاری، استفاده می شود. برنج فشنگ ۷۰ درصد مس و ۳۰ درصد روی دارد. این آلیاژ بسیار شکل پذیر است و می توان کار سرد روی آن انجام داد. از این آلیاژ بیشتر برای ساخت پوسته فشنگ و کاسه چراغ جلو اتومبیل استفاده می کنند. برنج ساعت از ۶۲ درصد مس، ۳۶ درصد روی و ۲ درصد سرب تشکیل می شود؛ این آلیاژ را به آسانی می توان منگنه کاری و روتراشی کرد. این نوع برنج برای ساخت یراق آلات به کار می رود.

برنز آلیاژ مس و قلع است، اما از این اصطلاح برای نامیدن سایر آلیاژهای مس با آلومینیم، فسفر و منگنز نیز استفاده می کنند. فسفر برنز ۸۹٫۵ درصد مس، ۱۰ درصد قلع و ۰٫۵ درصد فسفر دارد. رنگ آن قهوه ای مایل به سرخ است. از این آلیاژ برای ساخت ناقوس کلیسا، چرخنده های حلزونی، چرخنده های معمولی و یاتاقان استفاده می شود. آلیاژ مس با آلومینیم ۹۲ درصد مس و ۸ درصد آلومینیم دارد. از این آلیاژ عمدتاً در کارهای دریایی و کارهای عمومی مهندسی استفاده می شود. این آلیاژ، که رنگی شبیه طلا دارد، چکش خوار است، خوب لحیم کاری می شود، خوب ریخته گری می شود و در هنگام ماشینکاری براده های آن خرد می شوند.

سایر فلزات غیر آهنی

سرب سنگین ترین فلز متداول است و نقطه ذوب پایینی دارد (۳۳۰°C). رنگ آن خاکستری مایل به آبی است. کانه اصلی سرب گالن (سولفید سرب، PbS) است. گالن را در کوره انعکاسی یا کوره عمودی ذوب می کنند. سرب بسیار نرم است و به آسانی می توان آن را در قالب ریخت و به شکل دلخواه درآورد. سرب در برابر آب و بسیاری از اسیدها مقاوم است. از سرب برای ساخت لوله های آب، غلاف

۵. به آسانی می توان آنها را از طریق تراشکاری، ریخته گری، قالبگیری و غیره، شکل داد.
۶. بافتهای متنوعی دارند.
۷. قطعات ساخته شده از مواد پلاستیکی نیازی به محافظت سطح ندارند.

پلاستیکها معایب یا محدودیتهایی هم به شرح زیر دارند:

۱. در معرض خطر آتش سوزی قرار دارند.
۲. بعضی از انواع آن، وقتی در معرض هوا بمانند، شکننده می شوند.
۳. قیمت آنها زیاد است.
۴. بعضی از آنها استحکام اندکی دارند.

پلاستیکها را به دو دسته کلی گرما - نرم و گرما - سخت تقسیم می کنند.

پلاستیکهای گرما - نرم

پلاستیکهای گرما - نرم بزرگترین دسته پلاستیکهایند. این پلاستیکها سخت و صلب اند، اما بر اثر گرما دیدن و رسیدن به دمای مورد نظر نرم می شود. آنها را می توان به آسانی قالبگیری کرد. انواع متداول مواد گرما - نرم عبارت اند از:

نیترات سلولوز یا سلولوئید (شکل ۱-۳) که به صورت ورق، لوله و میله به بازار عرضه می شود. این ماده چقرمه و



شکل ۱-۳ توپ پیگ پنگ و شابلون نقشه کشی که هر دو از نیترات سلولوز ساخته شده اند.

کابلهای برق و ظرفهای مورد استفاده در صنایع شیمیایی استفاده می شود. سرب را با قلع آلیاژ می کنند تا لحیم نرم تولید شود. سرب در ساخت باتری اتومبیل نیز به کار می رود.

قلع فلزی نرم، به رنگ سفید نقره ای و چکش خوار، اما ضعیف است. این فلز گران قیمت است و برای تولید ورق قلع اندود (حلبی) به کار می رود. قلع را از کاستیریت استخراج می کنند که اکسید قلع است. نقطه ذوب قلع پایین است (232°C). قلع عنصری آلیاژ ساز است و آلیاژهای آن عبارت اند از لحیم نرم (لحیم قلع)، برنز و مسوار.

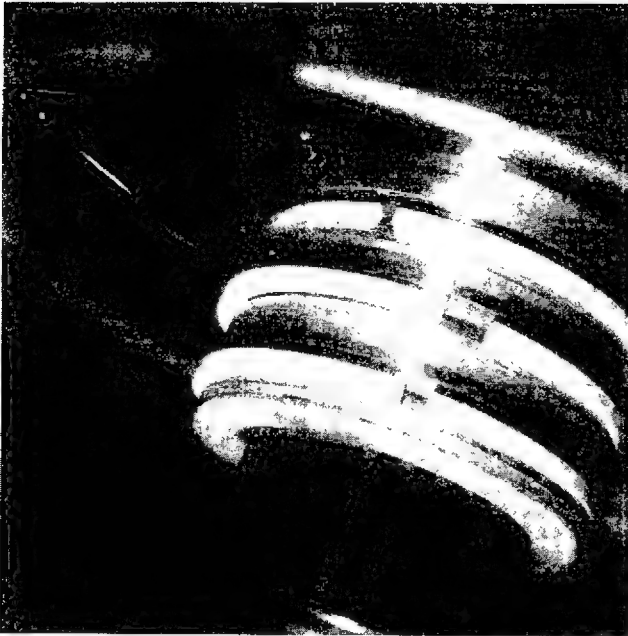
روی فلزی به رنگ سفید مایل به آبی است، که در دمای 420°C ذوب می شود. کانه اصلی آن اسفالریت یا پلنید روی (سولفید روی، ZnS) است، که غالباً حاوی سرب و نقره نیز هست. روی در برابر خوردگی مقاومت می کند و چکش خوار است. در حدود نیمی از روی تولید شده در جهان برای ساخت قطعات فولادی گالوانیزه (روپینه کاری شده) مصرف می شود. برای گالوانیزه کردن قطعات فولادی آنها را در حمام روی مذاب فرو می برند.

پلاستیکها

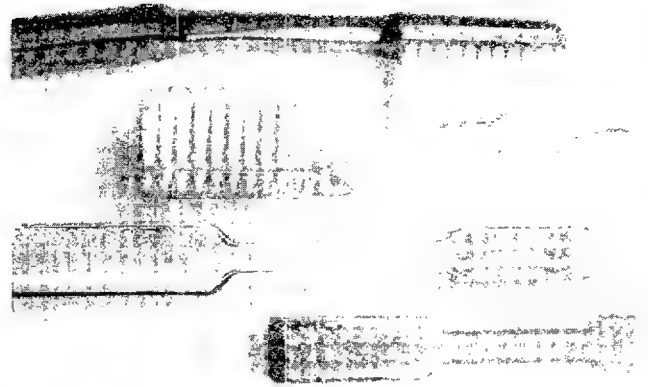
فلزات در زندگی انسان تأثیر بسزایی دارند، اما تصور زندگی بدون استفاده از پلاستیک دشوار است: به عنوان مثال، فرش، سطل، کاسه، مسواک و اسباب بازیها، همگی از مواد پلاستیکی ساخته می شوند.

پلاستیکها را از نفت خام، زغال سنگ و گاز می سازند. پلاستیکها، به سبب مزایایی که دارند، جایگزین بسیاری از مواد شده اند:

۱. پلاستیکها سبک اند.
۲. رنگهای متنوعی دارند.
۳. به شکلهای مختلف، از قبیل دانه، رزین، ورق و غیره، قابل تهیه هستند.
۴. مقاومت شیمیایی خوبی دارند.



شکل ۳-۴ رینگ پیستون ساخته شده از پلی تترافلوئورواتان که در یک سیستم هیدرولیکی (گیربکس خودکار) به کار می‌رود.

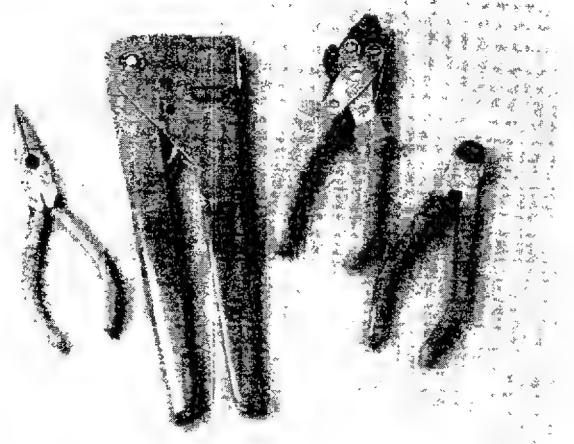


شکل ۳-۲ مسواکهای ساخته شده از استات سلولوز.

سخت است و هنگام سوختن بوی کافور می‌دهد. از جمله قطعات ساخته شده از این ماده می‌توان از توپ پینگ‌پنگ، دسته چاقو، قاب عینک، سر چکش پلاستیکی و ابزارهای نقشه‌کشی، مانند گونیا و شابلون نام برد.

استات سلولوز (شکل ۳-۲) به اندازه سلولوئید محکم نیست. با گرم کردن این ماده روی گرمکن نوار یا اجاق می‌توان آن را به آسانی شکل داد. استات سلولوز به آهستگی می‌سوزد و شعله‌ای پررود دارد. از این ماده، که غالباً آن را استات می‌نامند، برای ساختن بسته‌بندیهای شفاف، عروسک، ظرف، عینک جوشکاری، حفاظ ماشین، فیلم عکاسی و قاب عینک استفاده می‌کنند. استات به صورت ورق، لوله و میله به بازار عرضه می‌شود.

پی‌وی‌سی یا پلی‌وینیل کلرید (PVC) (شکل ۳-۳)



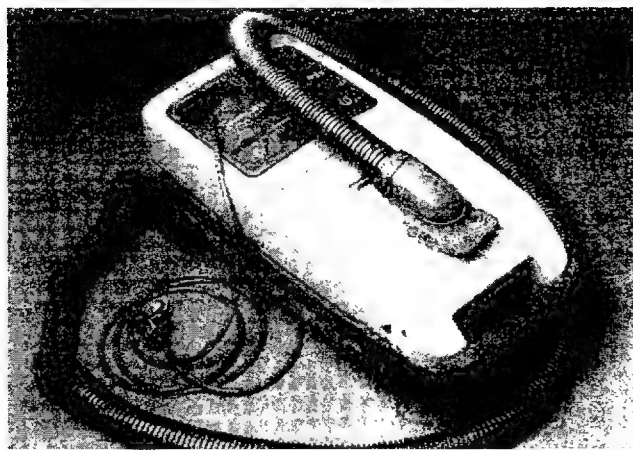
شکل ۳-۳ پی‌وی‌سی: دسته این ابزارها پوشش پی‌وی‌سی دارد.

چقرمه، محکم و مقاوم در برابر سایش است. پی‌وی‌سی عایق خوبی است، آتش نمی‌گیرد و سمی نیست. پی‌وی‌سی را می‌توان به صورتهای انعطاف‌پذیر یا صلب، به شکل ورق، لوله و مقاطع روزنرانی (اکستروژن) شده، تهیه کرد. از این ماده برای ساخت عایق کابل برق، لباس محافظ، قطعات تلویزیون و لوله و اتصالات استفاده می‌کنند.

پلی‌تن یا پلی‌اتیلن (PE) چقرمه و انعطاف‌پذیر است و در برابر اسیدها و مواد قلیایی مقاومت می‌کند. پلی‌اتیلن نم‌ناپذیر است و برای ساخت لگن ظرفشویی، لوله‌های عایق الکتریکی، فنجان، ظرف زباله و کلاه ایمنی به کار می‌رود.

پلی‌تترافلوئورواتان (PTFE) (شکل ۳-۴) چقرمه و انعطاف‌پذیر، اما ضعیف است. متداولترین کاربرد آن در ساخت پوشش نجسب ظروف آشپزخانه است. از این ماده برای ساخت واشر، درزبند، کاسه‌نمد، پوشش داخلی مخازن حاوی مواد شیمیایی و عایقها نیز استفاده می‌کنند. این ماده نسبتاً گران‌قیمت است.

نایلون (شکل ۳-۵) چقرمگی و دوام خوبی دارد. از این ماده برای ساختن چرخدنده، زیپ و لولا استفاده می‌کنند.



شکل ۳-۷ قطعات این جاروبرقی را به روش قالبگیری تزریقی از آکریلونیتریل بوتادی ان استیرن ساخته اند.

می توان آن را قالبگیری کرد. این ماده را به جای شیشه، برای ساخت شیشه جلو اتومبیل، حفاظ ماشین آلات، نورگیر سقفی و عدسی پلاستیکی به کار می برند.

آکریلونیتریل بوتادی ان استیرن (ABS) (شکل ۳-۷) بسیار محکم و چقرمه و مقاوم در برابر اسیدها و قلیاهاست. از این ماده برای ساخت دسته ابزار، لوله و چمدان استفاده می کنند.

پلاستیکهای گرما - سخت

پلاستیکهای گرما - سخت، در طی فرایند شکل دادن، تغییر شیمیایی پیدا می کنند. این مواد را نمی توان با گرما دادن یا فشردن دوباره شکل داد. رزین پلی استر یکی از معدود ترکیبات گرما - سخت مورد استفاده است.

فنول فورمالدئید یا باکلیت نخستین پلاستیک مصنوعی است؛ این پلاستیک را ا.ا.ج. باکلند در ۱۹۰۹ اختراع کرد. باکلیت ماده ای محکم و صلب است که در برابر گرما مقاومت می کند و عایق خوبی است. از این ماده برای ساخت کلید، پریز، دوشاخه و دسته آشپزخانه استفاده می کنند.

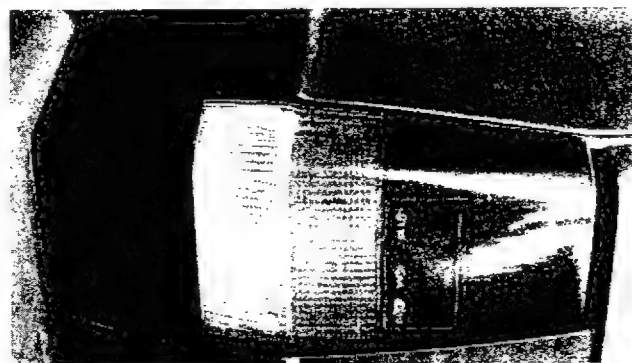
اوره فورمالدئید (شکل ۳-۸) سخت و صلب است و آب را جذب می کند. این ماده به دشواری می سوزد و در برابر بنزین، نفت و گریس مقاوم است. از این ماده می توان به صورت پودر یا محلول برای لایه بندی در وسایل برقی



شکل ۳-۵ چرخها و چرخنده های ساخته شده از نایلون.

زیرا مقاومت اصطکاکی آن کم است و به روانکاری نیاز ندارد. از این ماده می توان در دماهای بین 50°C و 150°C استفاده کرد.

آکرلیک یا پرس پکس (شکل ۳-۶) پلاستیکی صلب و شفاف و سبکتر از شیشه است. آکرلیک عایق خوبی است و اسیدهای رقیق و بازهای غلیظ بر آن اثر ندارند. این ماده در کارگاههای آموزشی مصرف فراوانی دارد. در دمای 160°C



شکل ۳-۶ چراغ عقب اتومبیل که به روش تزریقی از آکرلیک (پرس پکس) ساخته شده است.

سبک‌اند، رنگها و بافتهای متنوع دارند و در برابر مواد شیمیایی به خوبی مقاومت می‌کنند.

● پلاستیکها به دو دسته گرما - نرم (که بر اثر گرمادیدن نرم می‌شوند) و گرما - سخت (که نمی‌توان دوباره آنها را شکل داد) تقسیم می‌شوند.

● از پلاستیکها مصنوعات مختلفی مانند مسواک، فرش و اسباب بازی می‌سازند.

● انتخاب هر دسته از مواد پلاستیکی یا فلزات غیر آهنی به قطعه‌ای که قصد طراحی و ساخت آن را دارید، دسترسی پذیری و خواص ماده بستگی دارد.

تمرین و پرسش

۱. تفاوت اصلی فلزات آهنی و غیر آهنی در چیست؟
۲. پنج نمونه از مواد غیر آهنی نام ببرید که سه‌تای آنها فلز باشند.
۳. چهار قطعه نام ببرید که از پلاستیک ساخته می‌شوند. نوع ماده پلاستیکی مورد استفاده در هریک را ذکر کنید.
۴. خواص و کاربردهای فلزات زیر را شرح دهید:

(الف) مس

(ب) آلومینیم

(ج) قلع

(د) روی

۵. جمله‌های زیر را کامل کنید:

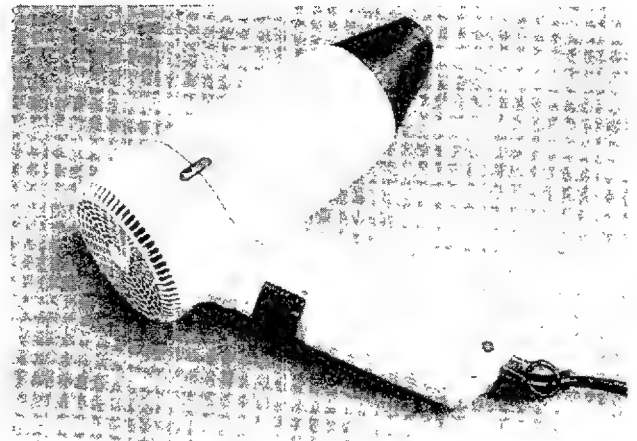
(الف) برنج آلیاژ _____ و _____ است.

(ب) برنز آلیاژ _____ و _____ است.

(ج) از روی برای _____ فولاد استفاده می‌شود.

(د) نقطه ذوب قلع پایین و برابر $^{\circ}\text{C}$ _____ است.

۶. چهار مزیت پلاستیکها را نام ببرید و نحوه استفاده از این مزیتها را در طراحی و ساخت مصنوعات مختلف شرح دهید.



شکل ۳-۸ بدنه این موخشک‌کن (ششوار) با قالبگیری فشاری اوره‌فورمالدئید ساخته شده است.

استفاده کرد. در ساخت کلید، پریز، دوشاخه، دسته اتوبرجی و غیره نیز به کار می‌رود.

رزین پلی‌استر محکم، سخت و چقرمه است و در برابر قلیاها و اسیدهای رقیق مقاومت می‌کند. این ماده را معمولاً با الیاف شیشه تقویت می‌کنند و در ساخت بدنه قایق و اتومبیل به کار می‌برند.

■ مرور مطالب این فصل

- فلزات غیر آهنی فلزاتی هستند که آهن ندارند. به عنوان نمونه می‌توان از آلومینیم، مس، سرب، قلع و روی نام برد.
- با افزودن عنصرهای آلیاژی به فلزات غیر آهنی می‌توان آلیاژهای مختلف مانند برنج (آلیاژ مس و روی) و برنز (آلیاژ مس و قلع) تولید کرد.
- اغلب فلزات غیر آهنی (به ویژه آلومینیم و مس) رساناهای خوب گرما و الکتریسیته‌اند. این فلزات در برابر خوردگی نیز مقاوم‌اند.
- پلاستیکها از نفت خام، زغال‌سنگ و گاز ساخته می‌شوند.
- پلاستیکها جای بسیاری از فلزات را گرفته‌اند زیرا

ابزارها و فرایندهای دستی

مقدمه

کار روی فلزات با استفاده از ابزارها و ماشینهای مختلف انجام می‌شود. ابزارهای دستی ابزارهای اساسی مورد استفاده در کارگاههای آموزشی برای ساختن مصنوعات طراحی شده هستند. در اولین بخش از این فصل به شرح ابزارهای رومیزی مانند سوهان، اره و قلم می‌پردازیم؛ بخش دوم به ابزارهای نشانه‌گذاری، اندازه‌گیری و بازرسی اختصاص دارد.

ابزارهای رومیزی

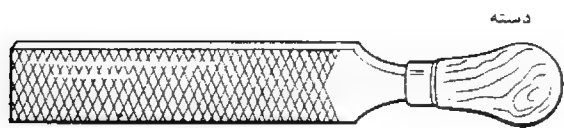
برای استفاده از ابزارهای مختلف به منظور انجام کاری خاص باید این ابزارها را بشناسید و نحوه مراقبت از آنها را بدانید.

سوهان

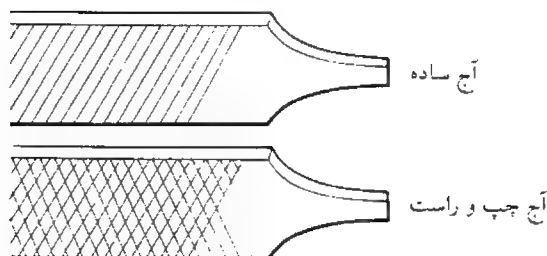
سوهانکاری از روشهای براده‌برداری از روی فلز است و سوهان (شکل ۱-۴) که در کارگاههای آموزشی بیش از هر ابزار دستی دیگری به کار می‌آید، ابزار این کار است. سوهان را از فولاد ابزار کربنی با حدود ۱۳ درصد کربن می‌سازند.

بخشهای مختلف سوهان عبارت‌اند از:

- دسته که چوبی یا پلاستیکی است (دسته‌های چوبی حلقه‌ای دارند که مانع شکافتن چوب در هنگام جازدن دُم سوهان می‌شود)؛
- دُم، که بخشی از سوهان است که در دسته فرو می‌رود؛
- آج، که ساده یا چپ و راست است (شکل ۲-۴).



شکل ۱-۴ سوهان.



شکل ۲-۴ آج سوهان ساده یا چپ و راست است.

از سوهان ساده برای سوهانکاری فلزات نرم (مانند برنج و آلومینیم) و از سوهان با آج چپ و راست برای سوهانکاری همه فلزات، به ویژه چدن و فولاد استفاده می‌کنند.

زبری آج سوهان را با استفاده از اصطلاحات جدول ۱-۴ توصیف می‌کنند.

جدول ۱-۴ انواع آج سوهان

آج	کاربرد نمونه‌وار
زبر	سوهانکاری فلزات نرم، پلاستیکها
متوسط	شکل دادن فلزات و پلیسه‌گیری قطعات ریختگی چدنی
نرم متوسط	سوهانکاری فلزات سخت و صاف کردن سطح
نرم	سوهانکشی و پرداخت فلزات سخت
بسیار نرم	سوهانکاری دقیق و پرداخت ظریف

انواع مقطع سوهان

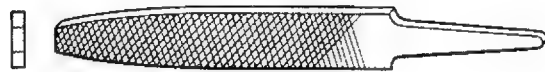
از انواع مختلف سوهان (شکل ۳-۴)، به شرح زیر استفاده می‌شود.

سوهان معمولی پهنای ثابت دارد؛ لبه این نوع سوهان صاف است و آج ندارد. از این سوهان برای سوهانکاری کنجهایی استفاده می‌کنند که فقط یک وجه آنها باید سوهانکاری شود. پهنای سوهان تخت ثابت نیست و در $\frac{1}{3}$ آخر طول آن، به تدریج کاهش می‌یابد. سطوح این سوهان آج چپ و راست و لبه‌های آن آج ساده دارند. از این نوع سوهان برای انجام کارهای عمومی کارگاهی استفاده می‌شود. در سوهان چهارپهلوی، هر چهار سطح آج دارند؛ سطوح این سوهان در $\frac{2}{3}$ طول سوهان با هم موازیند. از این سوهان برای ایجاد شیارها و شکافهای چهارگوش استفاده می‌کنند. سوهان گرد، چنانکه از نام آن پیداست، مقطع دایره‌ای دارد. وقتی این نوع سوهان مخروطی نیز باشد، آن

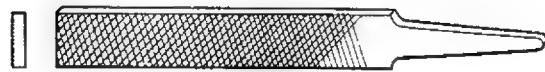
را سوهان دُم‌موشی می‌نامند. بعضی از سوهانهای گرد، مقطع یکتواخت دارند. از سوهان گرد برای گشاد کردن سوراخها و سوهانکاری سطوح خمیده استفاده می‌شود. سوهان سه‌پهلوی را سوهان سه‌گوش نیز می‌نامند. هر سه سطح این سوهان آج چپ و راست دارد. مقطع این سوهان مثلث متساوی‌الاضلاع است و بنابراین می‌توان برای سوهانکاری کنجهای تیز از آن استفاده کرد. سوهان بغل تخت شبیه سوهان تخت است اما از آن نازکتر است. از این سوهان معمولاً برای سوهانکاری شکافهای بسیار باریک، مانند شیار کلیدها استفاده می‌شود. از سوهان سوزنی یا سوهان زرگری برای انجام کارهای ظریف استفاده می‌شود. این نوع سوهان دسته ندارد و دُم آن را آجدار می‌سازند تا در دست نلغزد (شکل ۴-۴).

سوهانکاری

سوهانکاری مهارتی است که به دشواری کسب می‌شود.



سوهان تخت



سوهان معمولی



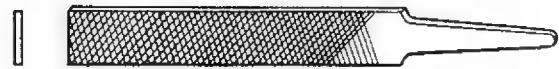
سوهان چهارپهلوی



سوهان سه‌پهلوی



سوهان نیم‌گرد



سوهان بغل تخت

شکل ۳-۴ انواع مقطع سوهان.



شکل ۲-۴ انواع سوهان زرگری.

چندانی انجام نمی‌شود و فقط خشهای ایجاد شده در نتیجه عملیات سوهانکاری قبلی از بین می‌رود. در سوهانکاری دوطرفه، سوهان را عقب و جلو می‌کشید (شکل ۴-۶).

مراقبت از سوهان

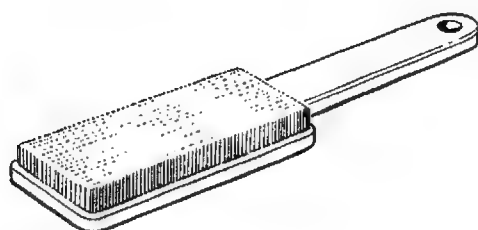
برای افزایش عمر سوهان باید به دقت از آن مراقبت کرد.

با رعایت نکات زیر عمر مؤثر سوهان افزایش می‌یابد.

۱. سوهانها را در مقرهای جدا از هم نگهداری کنید و اجازه ندهید به هم ساییده شوند.
۲. هرگز فولاد سخت‌سازی شده را سوهانکاری نکنید.
۳. از سوهان به جای چکش استفاده نکنید.
۴. سوهان را به اسید آغشته نکنید تا دچار خوردگی نشود.
۵. مکرراً از برس سوهان استفاده کنید تا آجهای سوهان پر نشود.

وقتی براده‌های حاصل از سوهانکاری، محکم به آجهای سوهان می‌چسبند، می‌گوییم سوهان پُر شده است. پر شدن آجهای سوهان سبب می‌شود که عمق نفوذ آنها کاهش یابد و خراشهای عمیقی روی سطح قطعه کار ایجاد شود. در نتیجه سوهانکار باید مقدار زیادی کار اضافی انجام دهد تا این خراشها را حذف کند. برای جلوگیری از پر شدن سوهان، از برس سوهان (شکل ۴-۷) استفاده کنید.

برای جلوگیری از پر شدن سریع سوهان، روی سطح آن گچ بمالید. مالیدن مکرر گچ قدرت براده‌برداری سوهان را کاهش می‌دهد و در نتیجه سطح صافتری حاصل می‌شود.



شکل ۴-۷ برس سوهان.

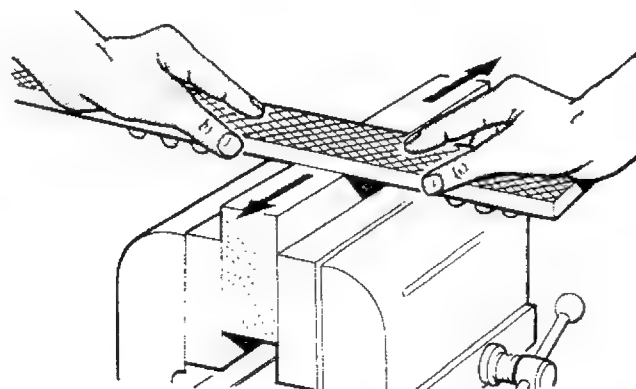


شکل ۴-۵ عملیات سوهانکاری یکطرفه. به تراز بودن آرنج با قطعه کار توجه کنید.

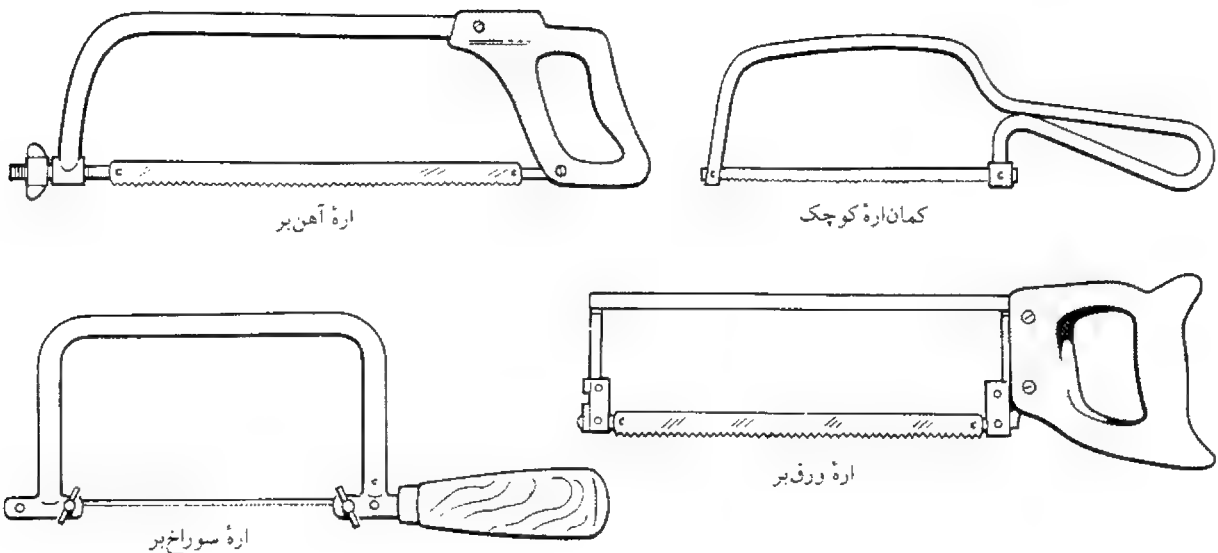
نحوه استفاده از سوهان را نمی‌توان به آسانی شرح داد، اما اصول اساسی زیر برای سوهانکاری یکطرفه سودمندند:

۱. قطعه کار را محکم به گیره ببندید.
۲. قطعه کار را باید طوری در گیره ببندید که بخش کوچکی از آن بالاتر از فکهای گیره باشد؛ از لرزش اجتناب کنید.
۳. قطعه کار باید در تراز آرنج شما باشد (شکل ۴-۵).
۴. فقط در حرکت به جلو روی سوهان فشار وارد کنید.
۵. روشهای صحیح گرفتن سوهانهای سبک و سنگین را رعایت کنید.

وقتی می‌خواهید سطح تختی را پرداختکاری کنید باید از روش سوهانکاری دوطرفه استفاده کنید. در این روش براده‌برداری



شکل ۴-۶ سوهانکاری دوطرفه.



شکل ۸-۴ انواع اره.

جدول ۲-۴ تعداد دندانه‌های تیغ اره برای بریدن مواد مختلف

نوع ماده‌ای که بریده می‌شود	تعداد دندانه در ۲۵mm
مقاطع توپر از مواد نرم	۱۴
کاربردهای عمومی. مقاطع توپر از مواد نرم و مقاطع بزرگ از مواد سخت (مثلاً فولاد آلیاژی)	۱۸
مقاطع توپر کوچک، بین ۳ و ۶ میلیمتر (مثلاً ورقهای ضخیم و لوله‌های گوشت‌دار)	۲۴
مقاطع با ضخامت کمتر از ۳ میلیمتر	۳۲

همواره باید دست‌کم سه دندانه متوالی با ماده در تماس باشند.

اگر ماده نرم است و مقطعی بزرگ دارد، از تیغ اره‌ای استفاده کنید که تعداد دندانه‌های آن در هر ۲۵ میلیمتر کم باشد (۱۴ یا ۱۸ دندانه در هر ۲۵ میلیمتر). برای بریدن مقاطع نازک از تیغ اره دندانه‌ریز استفاده کنید. در هنگام کار با کمان اره به نکات زیر توجه کنید:

۱. قطعه کار را محکم به گیره ببندید.
۲. کمان اره را محکم بگیرید و برای این کار از هر دو دست استفاده کنید (شکل ۹-۴).

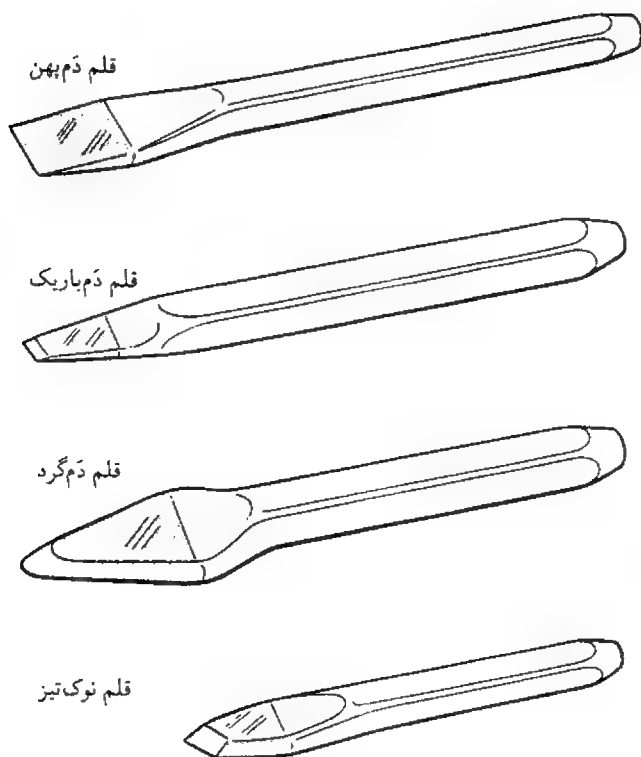
اره

در کارگاه فلزکاری، مواد (به ویژه فلزات) را پیش از سوهانکاری، به اندازه‌های مورد نظر اره می‌کنند. در کارگاههای آموزشی از اره‌های مختلفی استفاده می‌شود که عبارت‌اند از اره آهن بر یا کمان اره، کمان اره کوچک، اره سوراخ بر و اره ورق بر (شکل ۸-۴).

کمان اره

کمان اره یک قاب یا کمان فولادی دارد که می‌توان برای ایجاد برش عمیق در ماده، آن را 90° چرخاند. تیغ اره در این قاب صلب بسته می‌شود. دندانه‌های تیغ اره رو به جلو قرار می‌گیرند و در نتیجه در حرکت رفت، برش انجام می‌دهند.

تیغه‌های این نوع اره را از فولاد ریختگی یا تندبر می‌سازند. دو نوع تیغ اره وجود دارد: کاملاً سخت و انعطاف‌پذیر. تفاوت آنها در این است که نوع کاملاً سخت به آسانی می‌شکند؛ بنابراین برای کارگاههای آموزشی مناسب نیست. تیغ اره را با طولهای ۲۲۵، ۲۵۰ و ۳۰۰ میلیمتر می‌سازند. تعداد دندانه‌های آنها نیز متفاوت است و می‌توان تیغ اره‌هایی با ۱۴، ۱۸، ۲۴ و ۳۲ دندانه در هر ۲۵ میلیمتر، برای بریدن مواد مختلف، تهیه کرد (جدول ۲-۴).



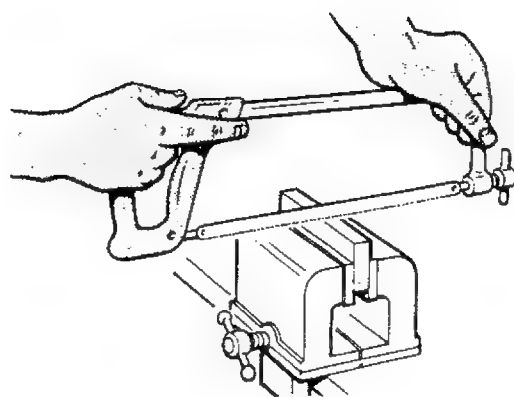
شکل ۴-۱۰ انواع متداول قلم.

انواع متداول قلم (شکل ۴-۱۰) عبارت‌اند از:

۱. قلم تخت یا قلم دم پهن که کاربرد عمومی دارد؛
۲. قلم دم باریک که برای ایجاد شیار، مثلاً در آوردن جاخار و شکستن به کار می‌رود؛
۳. قلم نیم‌گرد یا قلم دم گرد که برای ایجاد شیار (منحنی یا نیم‌گرد) به کار می‌رود؛
۴. قلم نوک تیز که برای کار در کنجها و ایجاد شیارهای کوچک به کار می‌رود.

▲ ته پهن قلم را که در نتیجه چکش زدن ایجاد می‌شود سنگ بزنید و صاف کنید. اگر این کار را نکنید، ممکن است در هنگام چکش زدن، قطعات فلز از ته قلم جدا و به اطراف پرتاب شوند و حادثه‌ای ایجاد کنند.

با استفاده از قلم می‌توان مواد را برش داد. این روش دقیق نیست، اما کاربرد گسترده‌ای دارد. قلم را با یک دست بگیرید و چکش بزنید تا برشکاری انجام شود. وقتی نمی‌توانید برای بریدن ورق یا صفحه فلزی از اره یا



شکل ۴-۹ نحوه کار با کمان‌اره.

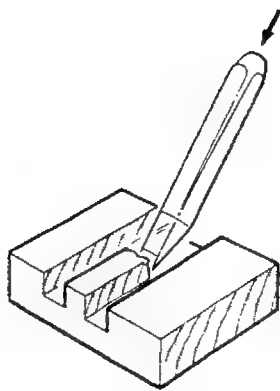
۳. وضعیت بدنتان باید همان‌طور باشد که در مورد سوهانکاری گفته شد.
۴. از تمام طول تیغ‌اره استفاده کنید.
۵. تیغ‌اره را در خط مستقیم حرکت دهید تا نشکند.
۶. فشار بیش از حد بر تیغ‌اره وارد نکنید.
۷. تیغ‌اره باید محکم به کمان بسته شده باشد؛ اگر شل باشد می‌شکند.

اره‌های دیگر

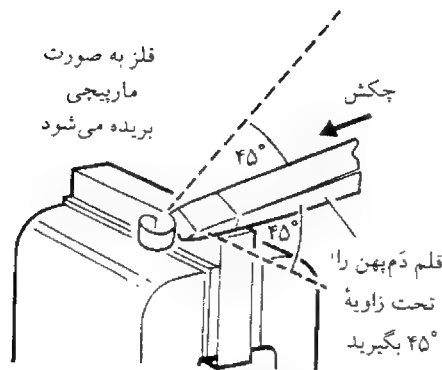
کمان‌اره کوچک قابی دارد که نوعی فنر کششی است و تیغ‌اره‌هایی به طول ۱۵۰ و عرض ۶ میلیمتر به آن بسته می‌شود. این نوع اره برای بریدن قطعات کوچک مناسب است. از اره ورق‌بر برای بریدن ورقهای بزرگ فلزی یا از جنس دیگر استفاده می‌کنند. روی این نوع اره، تیغ‌اره استاندارد کمان‌اره (۳۲ دندانه در هر ۲۵ میلیمتر) نصب می‌شود. از اره سوراخ‌بر برای انجام کارهای ظریف تزئینی یا بریدن دایره در قطعات فلز کوبی شده استفاده می‌شود. برای بستن تیغ‌اره، باید یک سر آن را باز کنید و از سوراخ قطعه کار عبور دهید؛ سپس دوباره آن را ببندید.

قلم

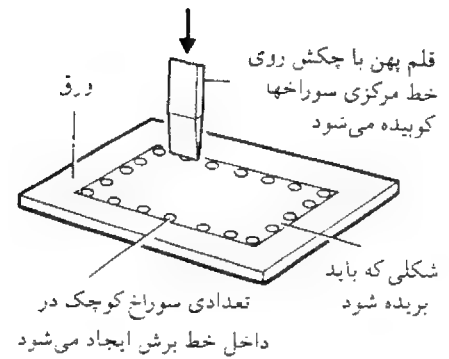
قلم را گاهی قلم سردبُر نیز می‌نامند زیرا برای بریدن فلزات سرد به کار می‌رود. قلم را از فولاد ریختگی یا فولاد آلیاژی می‌سازند و لبه برنده آن را سخت‌سازی و بازپخت می‌کنند.



شکل ۴-۱۳ قلم‌زنی.



شکل ۴-۱۲ برش.



شکل ۴-۱۱ قلم‌بری.

می‌شود که آن را از فولاد می‌ریزند؛ وزن چکشهای سرگرد متداول در حدود ۲۲۵ گرم و ۴۵۰ گرم است. چکش یک دسته چوبی دارد که باید آن را محکم در دست بگیرید.

از چکش برای قلم‌بری، برش، قلم‌زنی، سنبه‌کاری و پرچکاری استفاده می‌شود.

قیچی استفاده کنید، قلم به کار ببرید. این فرایند را قلم‌بری می‌نامند.

وقتی با استفاده از روش قلم‌بری، شکاف و سوراخ ایجاد می‌کنید، قسمت به دردنخور را با مته سوراخ کنید تا قطعه آسانتر بریده شود و اعوجاج پیدا نکند (شکل ۴-۱۱).

از کف صاف چکش استفاده کنید. اگر از لبه چکش استفاده کنید روی کار نشانه می‌گذارد و ممکن است سر چکش نیز آسیب ببیند.

وقتی می‌خواهید نواری از روی ماده بردارید (به ضخامت ۱٫۵ تا ۴٫۵ میلیمتر) می‌توانید از فرایند برش استفاده کنید (شکل ۴-۱۲):

۱. فلز را به گیره ببندید.

۲. قلم را با زاویه 45° نسبت به قطعه کار بگیرید.

برای ایجاد شیار یا کاهش ضخامت یا عرض قطعه می‌توانید از فرایند قلم‌زنی استفاده کنید (شکل ۴-۱۳). امروزه به جای این کار از ماشینهای سنگ‌زنی، صفحه‌تراش یا فرز استفاده می‌کنند. اما اگر این ماشینها در دسترس نباشند، استفاده از فرایند قلم‌زنی هنوز هم مقرون به صرفه است.

چکش

چکش انواع مختلفی دارد که در فرایندهای متفاوت به کار می‌روند. متداولترین چکش، چکش سرگرد است (شکل ۴-۱۴). این نوع چکش براساس وزن سر چکش دسته‌بندی

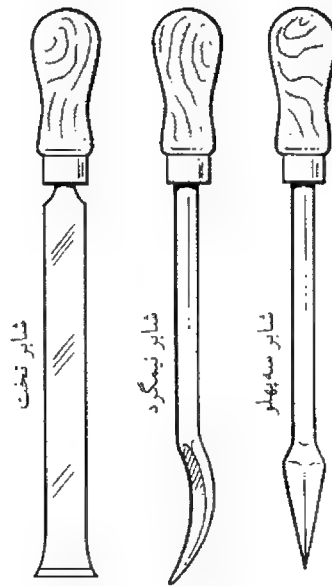
شابر

شابر را از فولاد آلیاژی سخت‌سازی شده می‌سازند؛ شابر را از سوهان کهنه نیز می‌توان ساخت. شابرها بر سه نوع اند (شکل ۴-۱۵). لبه برنده شابر تخت در سر آن قرار دارد. از این نوع شابر برای شابر زدن سطوح تخت استفاده می‌شود (شکل ۴-۱۶). شابر نیمگرد دو لبه تیز دارد و می‌توان از آن برای شابرزنی توبی، فلکه (بولی)، یاتاقان و سطوح توخالی مشابه استفاده کرد (شکل ۴-۱۷). شابر سه‌پهلوی یا سه‌گوش برای شابرزنی قطعات کوچک با سطوح خمیده به کار می‌رود.

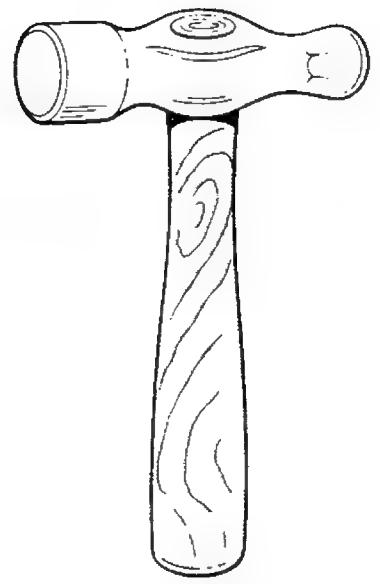
شابرزنی فرایند حذف برجستگیهای سطح کار است. شابرزنی عمل دشواری است و معمولاً در کارگاههای آموزشی انجام نمی‌شود. برای شابر زدن هر قطعه باید



شکل ۴-۱۶ شابرزنی با شابر تخت.



شکل ۴-۱۵ انواع شابر.

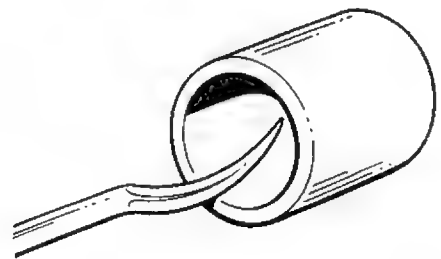


شکل ۴-۱۴ چکش سرگرد.

قلاویز

قلاویز ابزاری است که رزوه داخلی ایجاد می‌کند. قلاویز را از فولاد پرکربن یا فولاد تندبر می‌سازند. قلاویز تنه‌ای دارد که ته آن چهارگوش است و دسته قلاویز آن را می‌گیرد. تنه قلاویز از بخش رزوه‌تراش آن باریکتر است. قلاویز چهار ردیف رزوه یا دندانه برنده دارد، که برای ایجاد رزوه‌ای به شکل خاص، تراشیده شده‌اند. این دندانه‌ها عمل رزوه‌تراشی را انجام می‌دهند. شیارهای بین لبه‌های برنده را خیاره می‌نامند. خیاره‌ها به براده تراشیده شده راه می‌دهند که از سوراخ بیرون بیاید. روغن تراشکاری (آب صابون) نیز از همین راه به قطعه کار می‌رسد.

هر دست قلاویز از سه قلاویز تشکیل می‌شود (شکل ۴-۱۸). در اولین قلاویز تقریباً $\frac{2}{3}$ طول قسمت رزوه‌تراش، شکل مخروطی دارد. این قلاویز را پیشرو می‌نامند. در قلاویز دوم $\frac{1}{3}$ طول قسمت رزوه‌تراش، مخروطی است و آن را وسطرو می‌نامند. این قلاویز پس از قلاویز اول به کار می‌رود. قلاویز سوم که پسرو نام دارد، صاف است اما پنخ کوچکی دارد تا بتواند درست وارد سوراخ شود، این قلاویز را پس از قلاویز وسطرو، برای رزوه کردن سوراخهای کور به کار می‌برند.



شکل ۴-۱۷ شابرزنی با شابر نیمگرد.

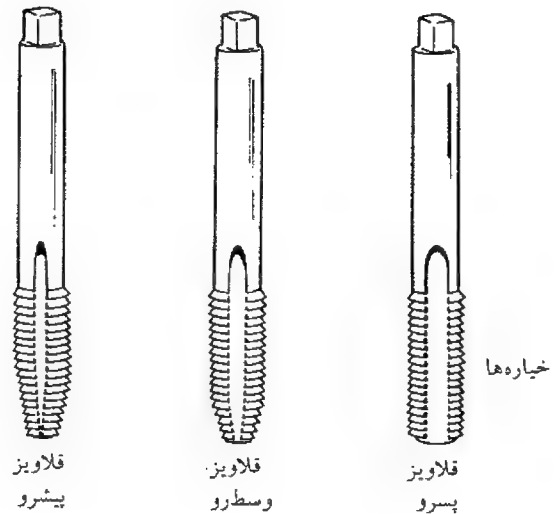
عملیات زیر را انجام داد:

۱. روی صفحه صاف جوهر نشانه‌گذاری بمالید.
۲. سطوح قطعه کاری را که باید شابرزنی شود روی صفحه صاف بمالید.
۳. برجستگیهای سطح قطعه کار را که رنگ جوهر گرفته‌اند شابر بزنید.
۴. این عملیات را تکرار کنید تا وقتی که تمام سطح قطعه کار رنگ جوهر بگیرد.

قلاویز و حدیده

پیچ کردن از روشهای موقتی اتصال قطعات به یکدیگر است. برای رزوه کردن پیچ معمولاً از ماشین تراش استفاده می‌کنند. اما در کارگاه می‌توان این عمل را با استفاده از قلاویز و حدیده انجام داد.

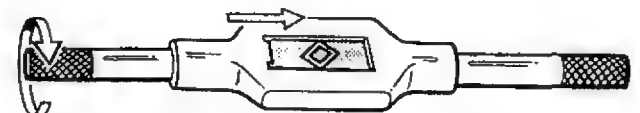
ته چهارگوش تنه قلاویز



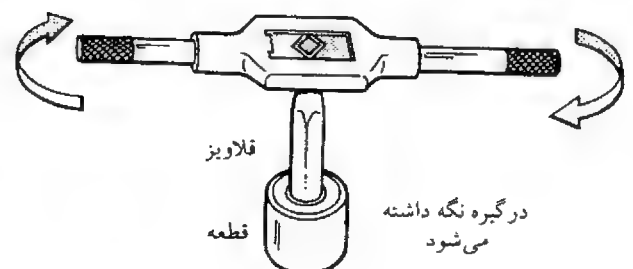
شکل ۴-۱۸ یک دست قلاویز برای تراشیدن رزوه داخلی.

تراشیدن رزوه‌های داخلی با دست را قلاویزکاری می‌نامند. این عمل به ترتیب زیر انجام می‌شود.

۱. با مته سوراخی ایجاد کنید که قطر آن با قطر مغزه قلاویز برابر باشد.
۲. قطعه کار را محکم به گیره ببندید.
۳. اولین قلاویز را در دسته قلاویز جا بزنید (شکل ۴-۱۹).
۴. قلاویز را در امتداد قائم وارد سوراخ کنید و آن را در جهت حرکت عقربه‌های ساعت بچرخانید تا رزوه‌تراشی شروع شود (شکل ۴-۲۰).
۵. قلاویز را در حدود $\frac{1}{4}$ دور در خلاف جهت حرکت



شکل ۴-۱۹ دسته قلاویز.



شکل ۴-۲۰ استفاده از قلاویز.

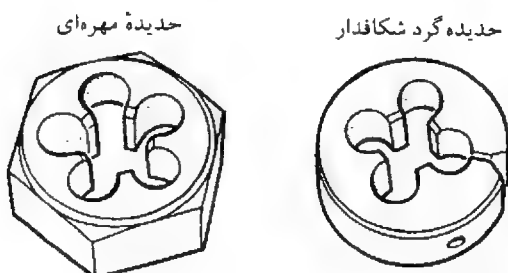
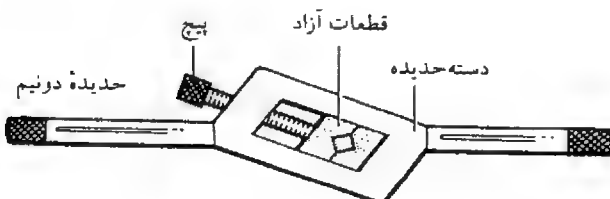
- عقربه‌های ساعت بچرخانید تا سرفاله‌ها خرد شود.
۶. از طریق خیاره‌ها آب صابون وارد سوراخ کنید تا رزوه‌تراشی آسانتر شود و براده‌ها شسته شوند.
۷. عمل ۵ را تکرار کنید تا وقتی تمام طول دندانه‌دار قلاویز از سوراخ بیرون برود (اگر سوراخ راه به در است).
۸. این عملیات را با استفاده از قلاویزهای وسطرو و پسرو تکرار کنید.

برای کاهش اصطکاک و پاک کردن براده‌ها از مصرف آب صابون مضایقه نکنید.

وقتی قلاویزکاری به پایان رسید، قلاویزها و دسته قلاویز را تمیز کنید و آنها را در جعبه خود قرار دهید.

حدیده

حدیده را از فولاد پرکربن یا فولاد تندبر می‌سازند. برخلاف قلاویز، از حدیده برای تراشیدن رزوه خارجی استفاده می‌شود. حدیده بر سه نوع است (شکل ۴-۲۱). حدیده گرد شکافدار قطعه‌ای دایره‌ای شکل است که در امتداد یکی از خیاره‌هایش شکاف دارد. این شکاف برای تنظیم دقیق، با استفاده از سه پیچ تنظیم تعبیه شده در دسته حدیده ایجاد شده است. حدیده دونیم از دو قطعه آزاد تشکیل می‌شود که در دسته حدیده قرار می‌گیرند. پیچ کوچکی



شکل ۴-۲۱ انواع حدیده برای تراشیدن رزوه خارجی.



لبه برنده برقو

شکل ۲۳-۴ دو نوع برقوی دستی.

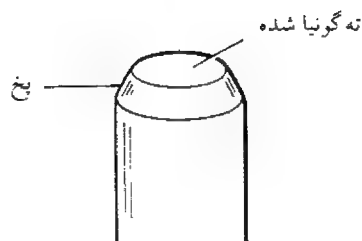
برقوی دستی

از برقو (شکل ۲۳-۴) برای پرداخت سطح سوراخها استفاده می‌شود. برقوها بر سه نوع‌اند: برقوی ماشینی، برقوی مخروطی و برقوی دستی. برقوی دستی تنه مستقیم و صاف دارد (برقویی که تنه مخروطی دارد به دریل یا ماشین تراش بسته می‌شود). انتهای تنه برقو چهارگوش است و در دسته برقو قرار می‌گیرد. برقو خیاره‌های مستقیم با شیب طولانی دارد تا به درستی در سوراخ وارد شود. بسته به قطر سوراخ، ضخامتی حدود ۱/۲ تا ۲ میلی‌متر از جدار سوراخ را برای برقوزنی باقی می‌گذارند. آب صابون از طریق خیاره‌ها به سطح کار می‌رسد و سوفاله از همین راه بیرون می‌آید. لبه‌های برنده برقو عمل براده‌برداری را انجام می‌دهند. این لبه‌ها، برخلاف مته، به یک نقطه منتهی نمی‌شوند.

با برقوزنی نمی‌توان سوراخی را که در جای نامناسب ایجاد شده است اصلاح کرد؛ برقو صرفاً سوراخ را صاف می‌کند.

در هنگام استفاده از برقوی دستی، رعایت نکات زیر ضروری است.

۱. سوراخی را که می‌خواهید برقو بزنید، با دقت ایجاد کنید.
۲. قطعه کار را محکم به گیره ببندید.
۳. آب صابون به اندازه کافی مصرف کنید تا براده‌ها را خارج کند و اصطکاک را کاهش دهد و سطحی صاف حاصل شود.



شکل ۲۲-۴ قطعه کار پخ زده و آماده برای رزوه کردن.

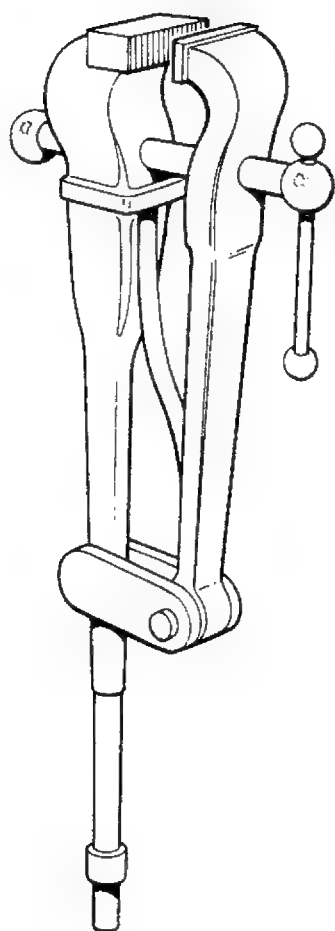
برای تنظیم روی دسته‌حذیده تعبیه شده است. حذیده مهره‌ای بدنه شش‌گوش دارد. این نوع حذیده رزوه حذیده ایجاد نمی‌کند، بلکه کار آن «ترمیم» رزوه‌های آسیب دیده است.

عملیات تراشیدن رزوه‌های خارجی به ترتیب زیر انجام می‌شود.

۱. ته قطعه کار را گونیا کنید و آن را (با استفاده از سوهان، سنگ یا ماشین تراش مرغک‌دار) پخ بزنید تا رزوه‌تراشی آسانتر شروع شود (شکل ۲۲-۴).
۲. حذیده را در دسته‌حذیده قرار دهید و آن را محکم و عمود بر قطعه کار در دست بگیرید.
۳. دسته‌حذیده را در حدود $\frac{1}{4}$ دور در جهت حرکت عقربه‌های ساعت بچرخانید و سپس آن را برگردانید تا براده‌ها جدا شوند.
۴. به اندازه کافی آب صابون (روانکار) به کار ببرید.
۵. پس از یک دور کامل رزوه‌تراشی، با استفاده از پیچهای تنظیم، حذیده را دوباره تنظیم کنید تا عمق رزوه‌ها به مقدار مطلوب برسد.

مراقبت از حذیده و نگهداری صحیح آن اهمیت دارد:

۱. از دسته‌حذیده یا حذیده به جای چکش استفاده نکنید.
۲. پس از هر بار استفاده، حذیده را از دسته‌حذیده جدا کنید، آنها را تمیز کنید و در جعبه بگذارید.
۳. در حین رزوه کاری به اندازه کافی آب صابون مصرف کنید تا اصطکاک کاهش یابد.



شکل ۲۶-۴ گیره پایه دار.

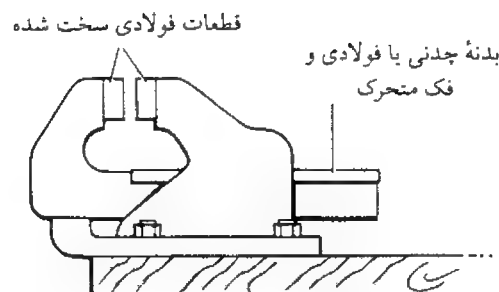
فقط در یک وضعیت با هم موازی می شوند؛ در نتیجه کار بستن به این نوع گیره دشوار است. همین دشواری دلیل اصلی طراحی گیره معمولی بوده است.

گیره دستی (شکل ۲۷-۴) ابزاری بسیار سودمند برای گرفتن قطعه کارهای کوچکی است که نمی توان آنها را به گیره معمولی بست یا در دست نگه داشت.

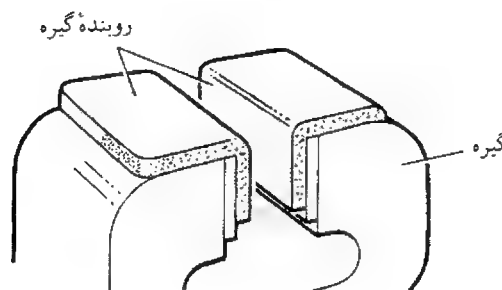
گیره ابزاری گرانهاست. باید به خوبی از آن مراقبت کنید

تا عمر طولانی داشته باشد:

- آن را تمیز نگه دارید.
- به طور مرتب آن را روغن بزنید.
- از کشویی گیره به عنوان سندان استفاده نکنید.
- برای بستن یا باز کردن گیره، به دسته آن چکش نزنید.
- وقتی از گیره استفاده نمی کنید آن را باز بگذارید.



شکل ۲۴-۴ گیره معمولی.



شکل ۲۵-۴ روبنده گیره.

گیره

گیره معمولی (شکل ۲۴-۴) از چدن یا فولاد ریخته می شود و فکهای فولادی سخت شده دارد. به هریک از فکهای یک قطعه فولاد ریخته‌گی (معمولاً آجدار، هرچند آج نرم) متصل است. اندازه این قطعات تابع عرض فک است. بعضی گیره‌ها اهرم خلاص‌کن دارند، که سبب صرفه‌جویی در وقت و کار می شود، به ویژه اگر بخواهید فکهای گیره را به مقدار زیادی باز کنید. همه گیره‌ها را باید محکم روی میز بست.

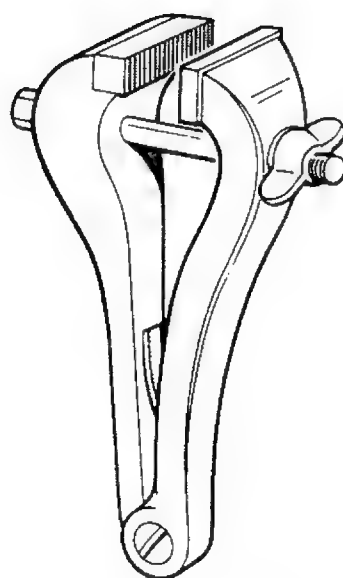
روبنده گیره را از مس، حلبی، سرب یا فیبر می سازند و روی فکهای گیره نصب می کنند تا آج فک روی قطعه کار اثر نگذارد (شکل ۲۵-۴).

گیره پایه دار نوعی گیره قدیمی است که برای کارهای سنگین از آن استفاده می شود. این گیره را از فولاد کم‌کربن می سازند و فکهایی از جنس فولاد ریخته‌گی دارد. این گیره پایه درازی دارد که به زمین می رسد (شکل ۲۶-۴). قطعات این گیره، به ویژه دسته و پیچ آن، از قطعات گیره معمولی سنگینتر است. گیره پایه دار اهرم خلاص‌کن ندارد. این گیره بسیار محکم است، اما عیب مهم آن این است که فکهای آن

می‌شود. پیش از برق‌زنی، باید سوراخ مورد نظر را با دریل ایجاد کرد. بنابراین برق‌زنی و سوراخکاری دو فرایند مجزا هستند. از طرف دیگر، منظور از داخل‌تراشی، گشادترکردن سوراخهای موجود است.

انواع مختلف دریل ماشینی عبارت‌اند از دریل رومیزی، دریل ستونی یا پایه‌دار و دریل رادیال. در این بخش فقط دریل دستی را شرح می‌دهیم (شکل ۴-۲۸).

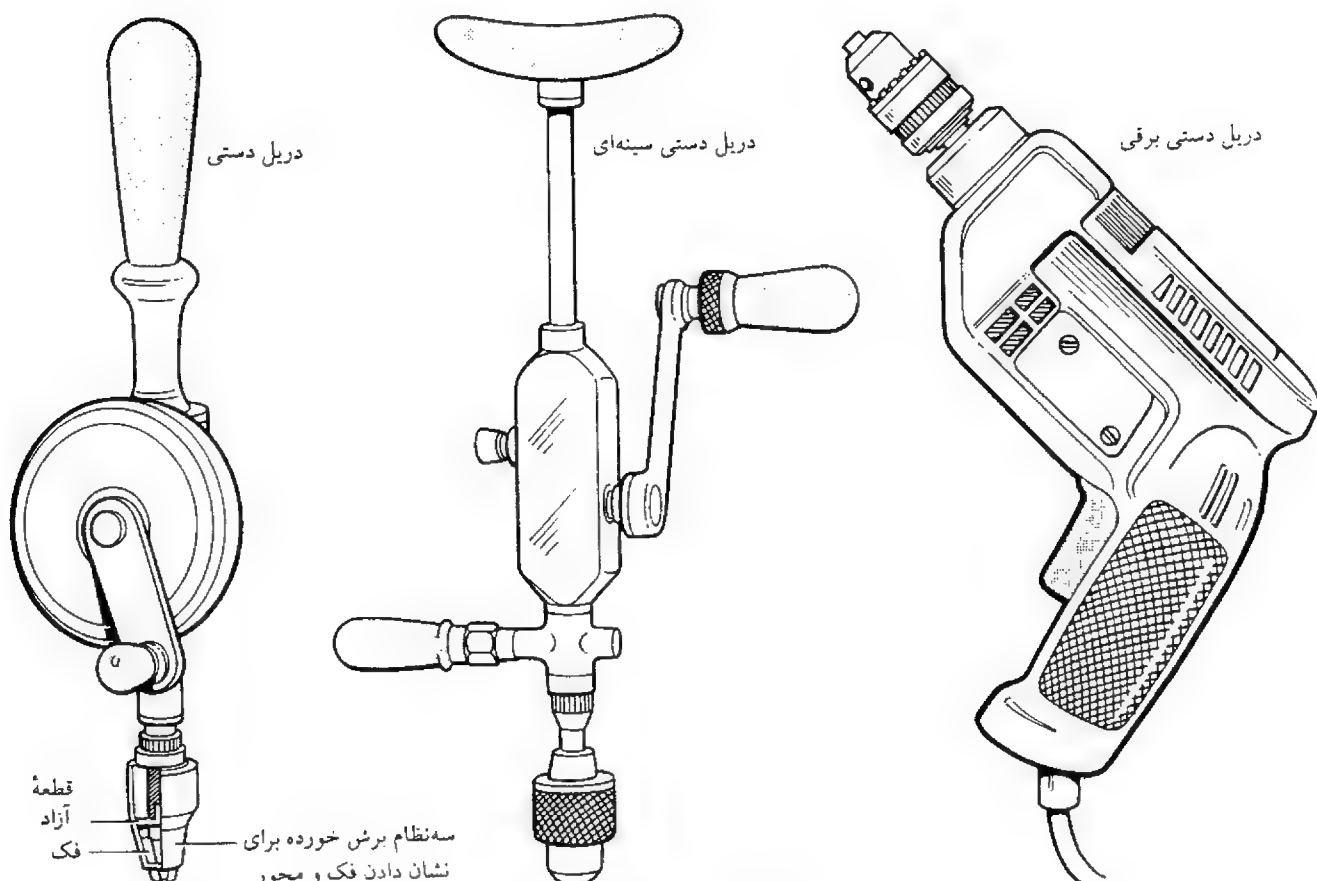
از دریل دستی برای گرفتن مته‌های تا قطر ۵ میلیمتر، به منظور انجام عملیات سبک دستی استفاده می‌شود. در هنگام کار با دریل باید از هر دو دست استفاده کرد. با دریل دستی برقی به همان شیوه‌ای کار می‌کنند که با دریل دستی می‌کنند، با این تفاوت که دریل برقی با برق کار می‌کند. وقتی دریل دستی برقی را روی پایه نصب کنیم، می‌توانیم به جای دریل رومیزی از آن استفاده کنیم. از دریل دستی سینه‌ای برای انجام کارهای سنگین‌تر استفاده می‌شود. مته‌های تا قطر



شکل ۴-۲۷ گیره دستی.

دریل دستی

از دریل برای ایجاد سوراخ با مقطع دایره‌ای استفاده



شکل ۴-۲۸ انواع دریل دستی.

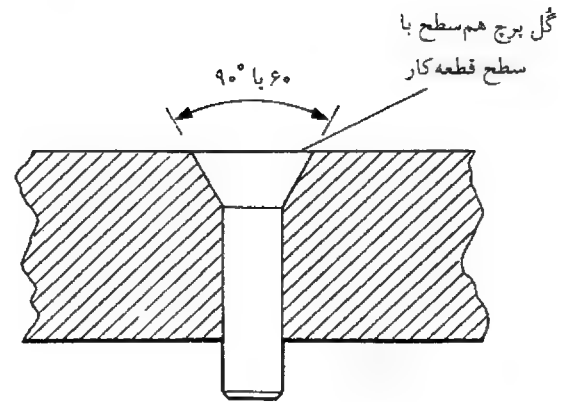
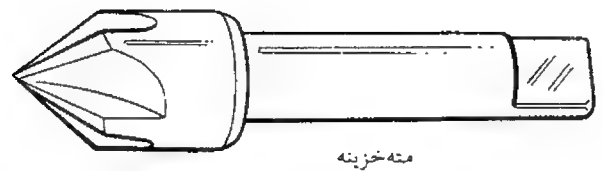
۱۲۵ میلیمتر را می‌توان به این نوع دریل بست. وقتی قرار باشد در سوراخهای ایجاد شده، گِل پیچ یا پرچ بنشینند، باید سوراخ را خزینه کرد تا گِل پیچ یا پرچ با سطح کار هم سطح شود. ابزار مورد استفاده برای ایجاد خزینه را مت‌خزینه می‌نامند (شکل ۴-۲۹). مت‌خزینه روی دریل ماشینی نصب می‌شود و مانند مت معمولی کار می‌کند. زاویه خزینه معمولاً 60° یا 90° است.

وقتی سوراخ ایجاد شده را از یک سر گشادتر می‌کنند تا گِل پیچ چاکدار در آن بنشیند می‌گویند در آن خزینه استوانه‌ای ایجاد کرده‌اند (شکل ۴-۳۰). خزینه‌زنی استوانه‌ای را با سرعت بسیار کمتری انجام می‌دهند. اگر مت‌خزینه استوانه‌ای در دسترس نباشد، می‌توان از مت معمولی با شماره بزرگتر استفاده کرد.

پیشانی تراشی موضعی (شکل ۴-۳۱) برای تراز کردن دهانه سوراخ به کار می‌رود، به طوری که واشر یا گِل پیچ بتواند به خوبی روی آن بنشیند. ابزار مورد استفاده برای این کار را روی دریل ماشینی نصب می‌کنند. این ابزار قابل تعویض است.

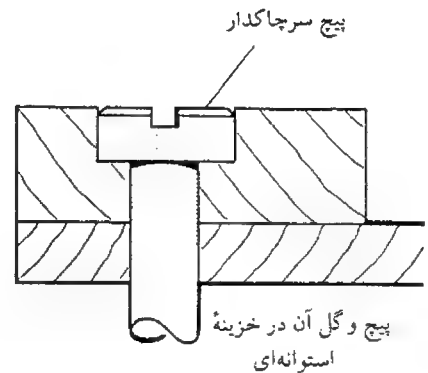
ابزارها و فرایندهای نشانه‌گذاری، اندازه‌گیری و بازرسی

در انجام عملیات فلزکاری باید دقت کرد تا مصنوعات طراحی شده به نحو رضایتبخش کار کنند. برای تولید قطعات مرغوب باید در نشانه‌گذاری، اندازه‌گیری و بازرسی دقت فراوانی به خرج دهید. ابزارهای مورد استفاده برای این عملیات باید در همه کارگاههای آموزش فلزکاری موجود باشند.



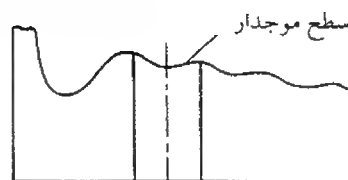
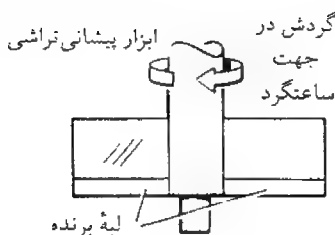
سوراخ خزینه‌ای

شکل ۴-۲۹ خزینه‌زنی.

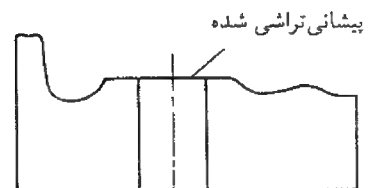


مت‌خزینه استوانه‌ای

شکل ۴-۳۰ خزینه‌زنی استوانه‌ای.



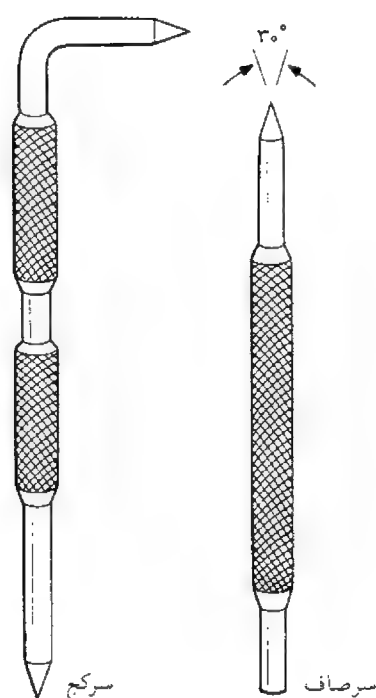
شکل ۴-۳۱ پیشانی تراشی موضعی.



ابزارهای نشانه گذاری

پیش از شکل دادن هر قطعه کار، ابتدا باید آن را، با ابعاد مورد نظر، نشانه گذاری کنید. در نشانه گذاری از ابزارهای زیر استفاده می شود.

از سوزن خط کش که نوکی از جنس فولاد ابزار سخت سازی شده دارد، همراه با گونیای فلزی برای ترسیم خطوط عمود بر، یا موازی با، یک نبش قطعه استفاده می شود. سوزن خط کش انواع مختلف دارد (شکل ۳۲-۴). سوزن خط کش سرکج در مواضع دشوار به کار می آید. در هنگام کار با سوزن خط کش

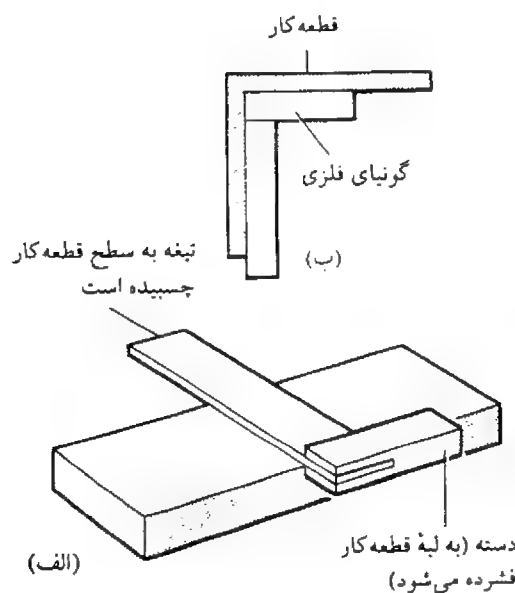


شکل ۳۲-۴ انواع سوزن خط کش.

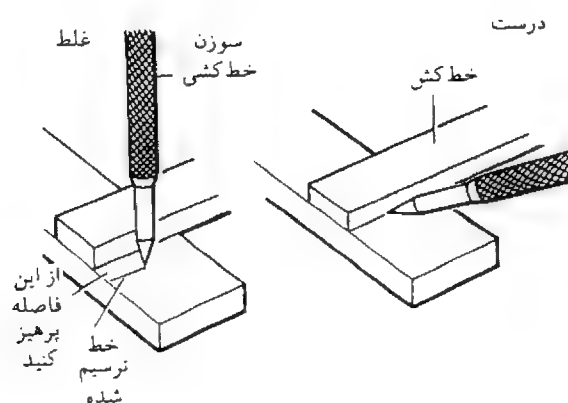
مراقب باشید که نوک سوزن در کنجی قرار گیرد که قرار است خط انداخته شود؛ بین لبه گونیا و سوزن نباید فاصله ایجاد شود (شکل ۳۳-۴). به سوزن خط کش چکش نزدیک؛ ممکن است سوزن خم شود یا حتی بشکند.

گونیا فلزی دو بخش اصلی دارد: یک دسته که سخت سازی شده است و یک تیغه که سخت سازی و بازیخت شده است. از گونیا برای ترسیم خطوط عمود بر لبه های صاف قطعه کار استفاده می شود (شکل ۳۴-۴). دسته گونیا را روی لبه قطعه کار فشار دهید تا تیغه کاملاً روی سطح قطعه کار بنشیند. از گونیای فلزی برای واریسی گونیا بودن کنجها نیز می توانید استفاده کنید. گونیا را به جای چکش به کار نبرید؛ ممکن است زاویه گونیا تغییر کند و خطوطی که رسم می کنید با هم موازی یا برهم عمود نباشند.

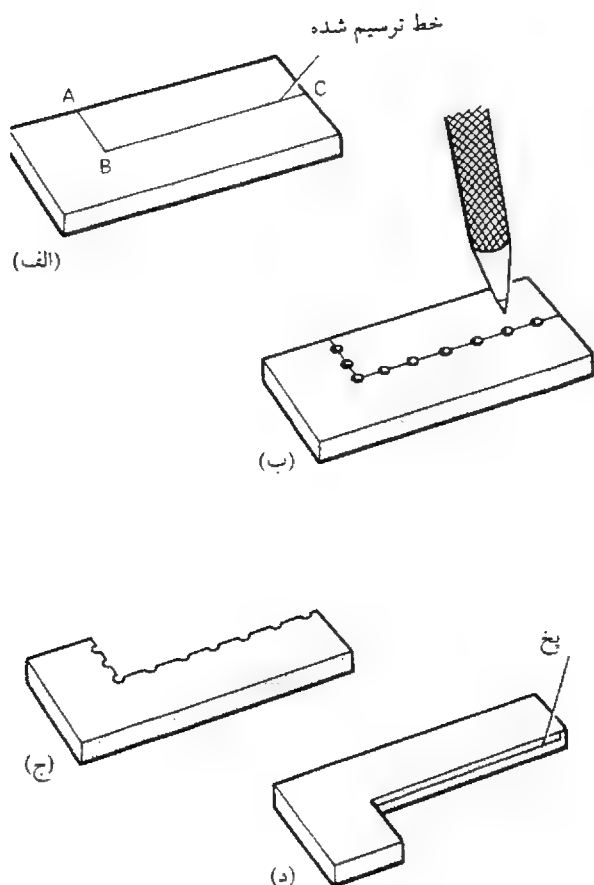
از پرگار اندازه گیری برای انتقال اندازه ها استفاده می شود. سه نوع پرگار اندازه گیری عبارت اند از پرگار داخلی، پرگار خارجی و پرگار با ساقهای لنگه به لنگه، که کاربردهای متفاوتی دارند (شکل ۳۵-۴). با چرخاندن ساقهای پرگار داخلی حول مفصل، می توانید از آن به جای پرگار خارجی استفاده کنید.



شکل ۳۴-۴ نحوه استفاده از گونیای فلزی: الف) ترسیم زاویه قائمه؛ ب) واریسی گونیا بودن.



شکل ۳۳-۴ نحوه استفاده از سوزن خط کش.

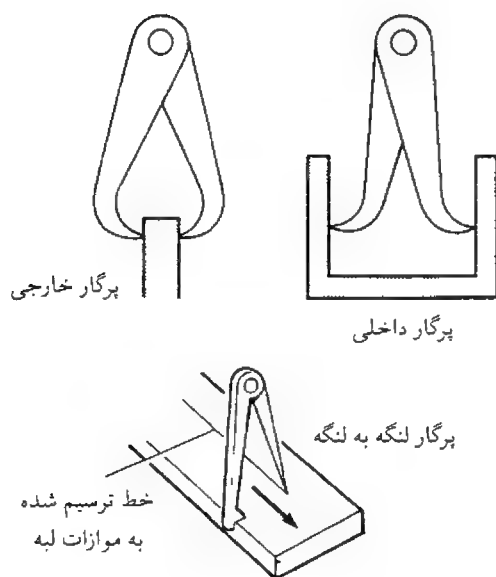


شکل ۳۷-۴ مراحل نقطه‌گذاری با سنبه: الف) ترسیم خط؛ ب) نقطه‌گذاری؛ ج) سوهانکاری یا براده‌برداری در امتداد خط A-B-C؛ د) پخ‌زنی برای حذف نقطه‌ها.

می‌سازند. نوک سنبه سخت‌سازی و بازپخت می‌شود و ته آن نرم می‌ماند. از این سنبه برای تعیین محل مرکز دایره، شعاع و کمان، و به ویژه نقطه‌گذاری و مشخص‌سازی خطوط ترسیم شده روی قطعات، برای شناسایی آسانتر در هنگام انجام کارهایی از قبیل سوهانکاری، قلم‌زنی یا سوراخکاری، استفاده می‌شود. با استفاده از این سنبه، خطوط ترسیم شده واضحتر می‌شوند و آسانتر می‌توان آنها را دید.

مراحل نقطه‌گذاری با سنبه به شرح زیر است (شکل ۳۷-۴).

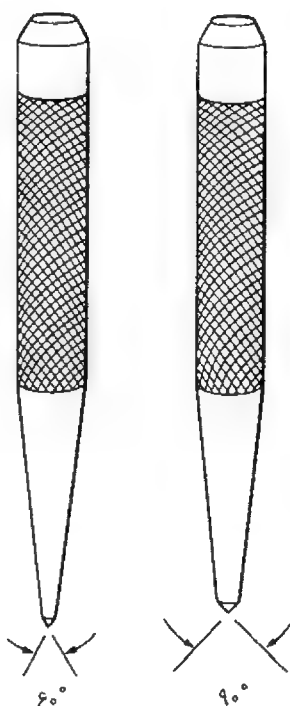
۱. خط مورد نظر را ترسیم کنید.
۲. با استفاده از سنبه، فرورفتگیهای کوچکی، به فاصله ۶ میلیمتر از هم، در امتداد خط ایجاد کنید.
۳. روی قطعه کار عملیات فلزکاری مورد نظر را انجام دهید.



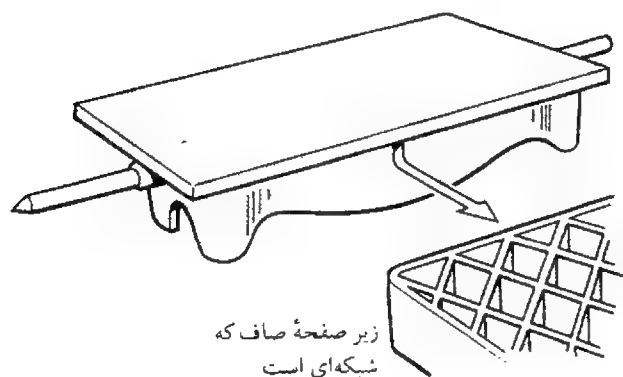
شکل ۳۵-۴ نحوه استفاده از پرگار اندازه‌گیری.

از سنبه مرکز‌نشان و سنبه‌نشان 60° برای مشخص کردن مرکز دایره و فروریدن خطی که قبلاً رسم شده است، برای بهتر دیده شدن در هنگام سوهانکاری، استفاده می‌شود. تنها تفاوت این دو نوع سنبه در زاویه نوک آنهاست (شکل ۳۶-۴). سنبه‌نشان 60° را از فولاد ابزار، با زاویه نوک 60°

سنبه‌نشان سنبه مرکز‌نشان



شکل ۳۶-۴ سنبه‌نشان 60° و سنبه مرکز‌نشان.



شکل ۴-۳۹ صفحه صاف.

می کنند. از میز صاف برای واریسی تخت بودن قطعات بزرگتر استفاده می شود.

صفحه صاف یکی از تجهیزات گرانبهای کارگاهی است و در هنگام استفاده از آن باید احتیاط کنید. هرگز به جای سندان یا میز جوشکاری از آن استفاده نکنید. همیشه آن را تمیز نگه دارید و هر بار پس از استفاده، آن را روغن بزنید تا زنگ نزنند.

سوزن خط کش پایه دار پایه دقیقی دارد که روی صفحه صاف قرار می گیرد تا اندازه ها را به قطعه کار منتقل کند. این وسیله تشکیل شده است از یک پایه، ستون و یک سوزن خط کش، که می توان آن را به ارتفاع مورد نظر برای خط کشی روی قطعه کار برد.

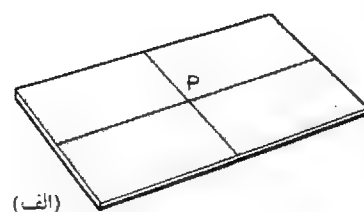
از سوزن خط کش پایه دار برای ترسیم خطوط موازی و یافتن مراکز استفاده می شود. روش کار در شکل ۴-۴۰ نشان داده شده است:

۱. با استفاده از خط کش، سوزن را در ارتفاع مورد نظر مستقر کنید (الف).

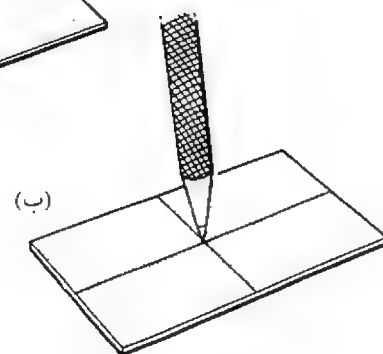
۲. قطعه کار را به صفحه گونیا یا گونیای جناغی تکیه دهید (ب).

۳. صفحه گونیا را جابه جا کنید تا سوزن با سطح قطعه کار تماس پیدا کند.

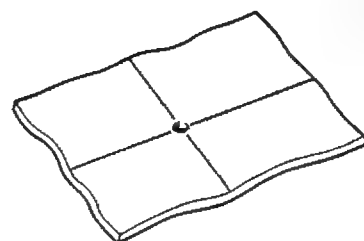
صفحه گونیا یک قطعه ریختگی مرغوب است که از دو سطح ماشینکاری شده با زاویه 90° نسبت به هم تشکیل



(الف)



(ب)



(ج)

شکل ۴-۳۸ مراحل کار با سنبه مرکز نشان: (الف) یافتن محل سوراخ؛ (ب) نشانه گذاری؛ (ج) سوراخ نشانه گذاری شده.

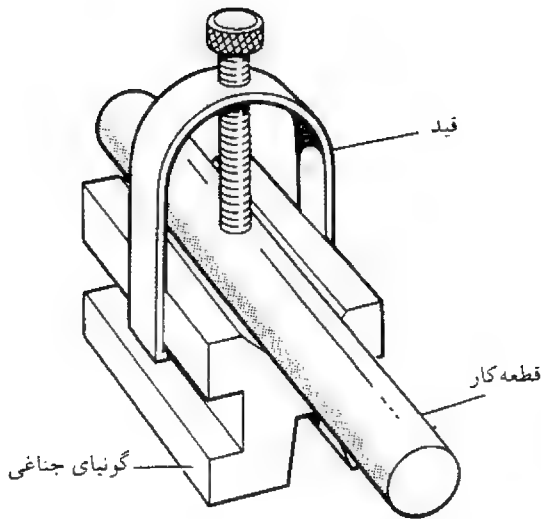
۴. حال می توانید با استفاده از سوهان لبه های جدید قطعه کار را پخ بزنید و فرورفتگیها (نقطه ها) را حذف کنید.

سنبه مرکز نشان را نیز از فولاد ابزار می سازند و نوک آن را سخت سازی و بازپخت می کنند. زاویه نوک این سنبه 90° است. از این سنبه برای تعیین محل سوراخهایی که باید با مته ایجاد شوند استفاده می کنند. فرورفتگی ایجاد شده به وسیله سنبه، به مته امکان می دهد که کار خود را درست آغاز کند روش کار به ترتیب زیر است (شکل ۴-۳۸):

۱. محل مرکز سوراخ را پیدا کنید.

۲. با استفاده از سنبه و چکش آن را نشانه گذاری کنید.

صفحه صاف، «سطح مرجع» مناسب برای واریسی سطوح دیگر را فراهم می کند. این صفحه از چدن ریختگی ساخته می شود. سطح رویی آن کاملاً تخت است و سطح زیری آن به صورت شبکه ساخته شده تا از تابیدگی صفحه جلوگیری کند (شکل ۴-۳۹). از این صفحه برای بستن و تنظیم قطعه کار، به منظور خط کشی و واریسی، استفاده



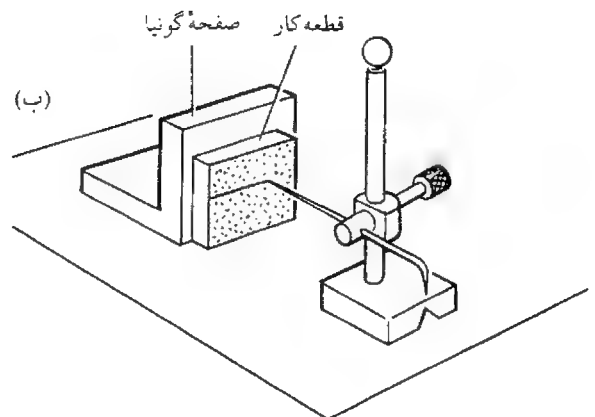
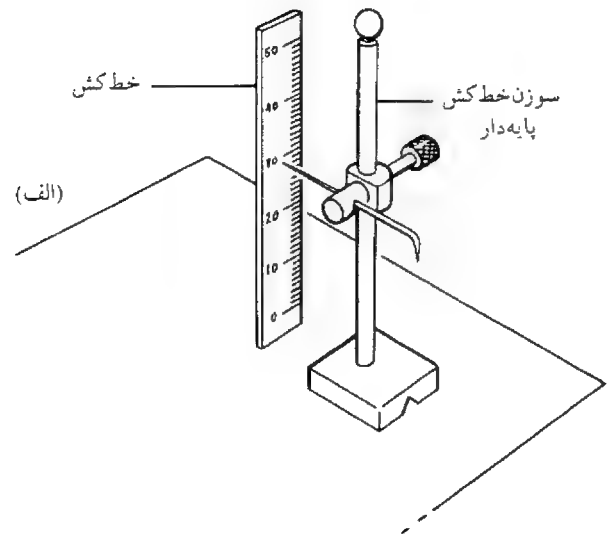
شکل ۴-۲۲ نحوه استفاده از گونبای جناغی.

از گونبای جناغی به عنوان تکیه‌گاه قطعات استوانه‌ای، در هنگام واریسی یا انجام خط‌کشی روی آنها استفاده می‌شود. گونبای جناغی را، به صورت جفتی، از چدن می‌سازند. روی وجوه آن شیارهایی تعبیه شده است، که می‌توان به آنها قید بست (شکل ۴-۴۲). اگر قطعه طویل باشد باید از یک «جفت گونیا» استفاده کنید.

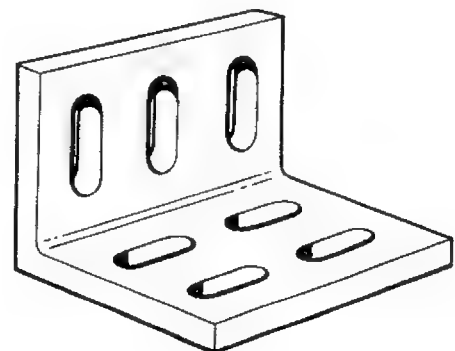
از پرگار تقسیم به همان روشی استفاده می‌شود که در نقشه‌کشی فنی از پرگار برای ترسیم کمان و دایره و انتقال اندازه استفاده می‌شود. پرگار تقسیم یک جفت ساق از فولاد ابزار دارد که نوک آنها سخت‌سازی و بازیخت شده است. انواع پرگار تقسیم عبارت‌اند از پرگار تقسیم مفصل‌دار و پرگار تقسیم فنی (شکل ۴-۴۳).

برای انتقال اندازه به قطعه کار و اجتناب از «خطای اختلاف منظر» از پرگار تقسیم استفاده کنید.

گاهی به این ابزار روغن بزنید تا خراب نشود. گونبای مرکب (شکل ۴-۴۴) یکی از ابزارهای مهم کارگاه است، زیرا می‌توان آن را به عنوان گونبای مرکزیاب، گونبای فلزی، نقاله، و برای اندازه‌گیری و واریسی اندازه به کار برد. این گونیا سه بخش دارد که روی خط‌کشی می‌لغزند و با استفاده از مهره می‌توان آنها را در هر وضعیتی ثابت کرد. بخشهای اصلی گونبای مرکب به شرح زیر است:

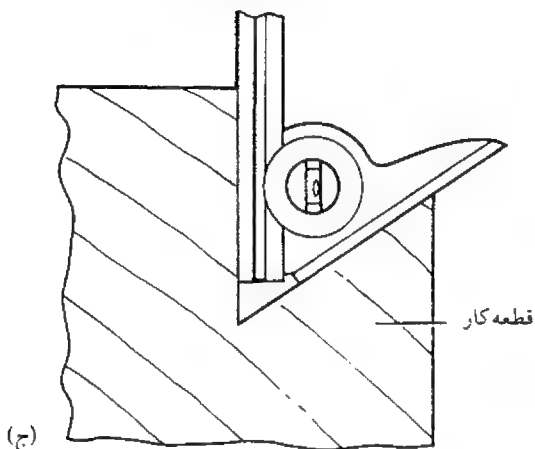
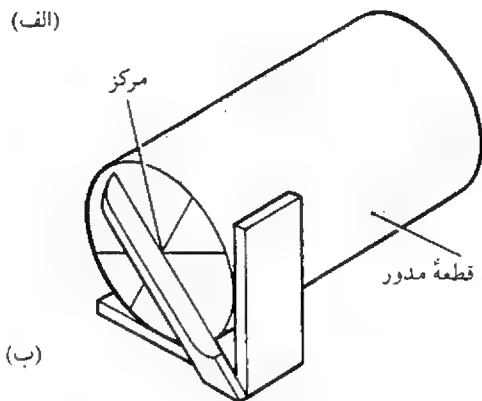
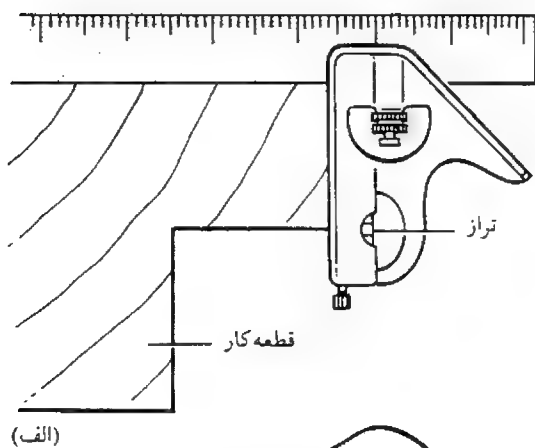


شکل ۴-۴۰ نحوه استفاده از سوزن خط‌کش پایه‌دار. الف) سوزن را تنظیم کنید. ب) قطعه کار را به صفحه گونیا تکیه دهید و سوزن خط‌کش را روی آن به حرکت درآورید.



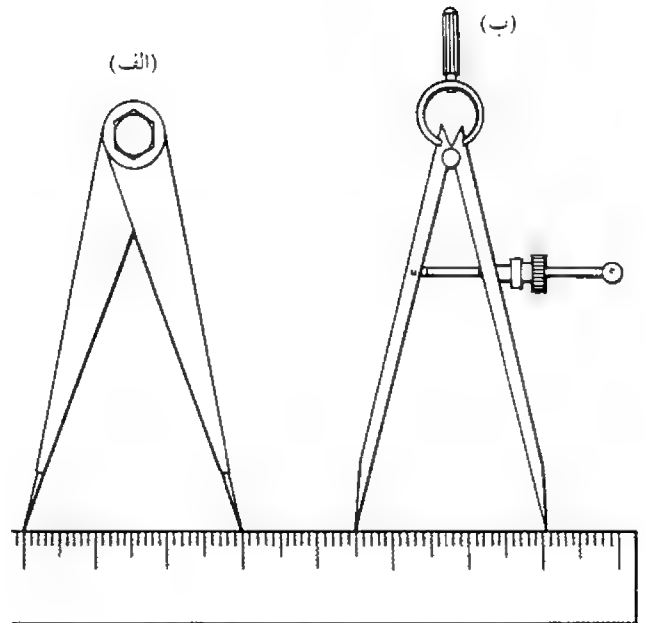
شکل ۴-۴۱ صفحه گونیا.

می‌شود (شکل ۴-۴۱). می‌توانید با استفاده از پیچ مهره‌هایی که از شکافهای صفحه می‌گذرند، قطعه کار را به صفحه ببندید. به علاوه، در هنگام استفاده از سوزن خط‌کش پایه‌دار، می‌توانید قطعه کار را به صفحه گونیا بچسبانید (شکل ۴-۴۰ ب).

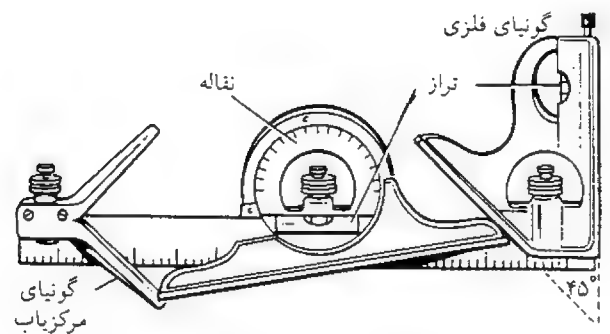


شکل ۴-۴۵ نحوه استفاده از گونیای مرکب: (الف) گونیای فلزی؛ (ب) گونیای مرکزیاب؛ (ج) نقاله.

ویژگیهای موجود (مثلاً سوراخها) را نیز می توان با ابزارهایی مانند شابلون سوراخ، بازرسی و دقت آنها را واریسی کرد. خط کش فولادی (شکل ۴-۴۶) از فولاد فنی ساخته می شود. خط کش فولادی یکی از ابتدایترین، اما مهمترین ابزارهای اندازه گیری است. طول این خط کش معمولاً ۱۵۰ تا ۳۰۰ میلیمتر است. در سیستم متری، خط کشها را برحسب سانتیمتر و میلیمتر مدرج می کنند.



شکل ۴-۴۳ تنظیم پرگار تقسیم: (الف) پرگار تقسیم مفصل دار؛ (ب) پرگار تقسیم فنی.

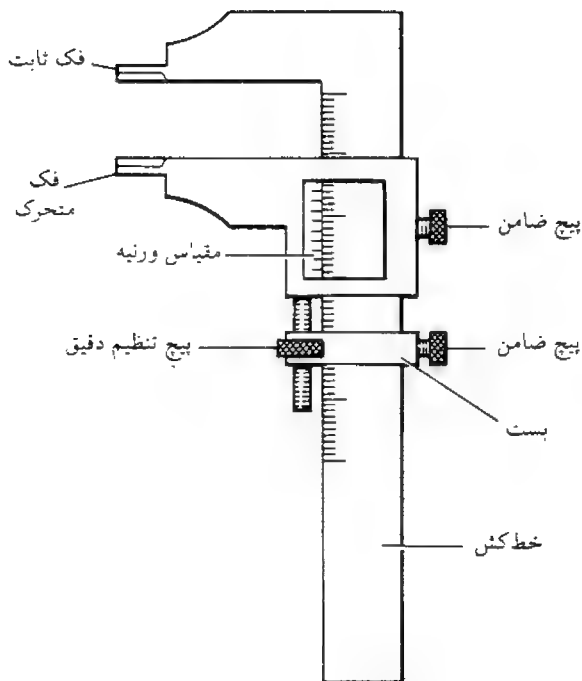


شکل ۴-۴۴ گونیای مرکب.

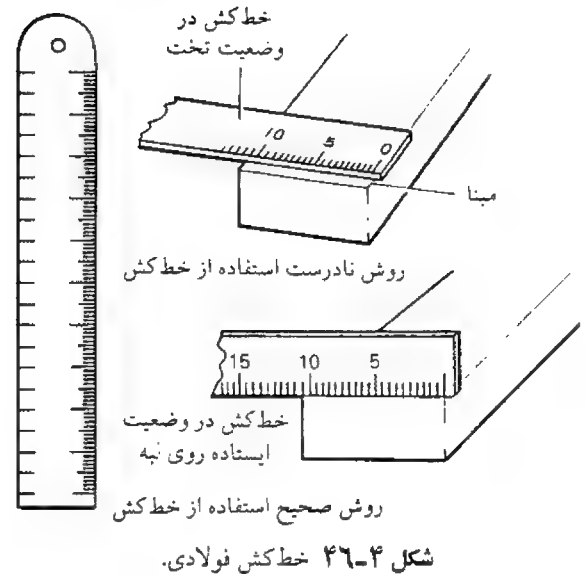
۱. گونیای فلزی زوایای 45° و 90° دارد که می توان از آنها برای خط کشی یا واریسی قائم بودن سطح استفاده کرد. برای ترسیم زاویه قائمه نیز می توان از این بخش استفاده کرد (شکل ۴-۴۵ الف).
۲. از گونیای مرکزیاب می توان برای یافتن مرکز قطعات دایره ای استفاده کرد (شکل ۴-۴۵ ب).
۳. به کمک نقاله و خط کش می توان سطوح زاویه دار را اندازه گیری یا خط کشی کرد (شکل ۴-۴۵ ج).

ابزارهای اندازه گیری و بازرسی

با استفاده از ابزارهای اندازه گیری مانند خط کش یا گونیای مرکب، می توان ابعاد قطعات را به تفصیل اندازه گیری کرد.



شکل ۴-۴۸ کولیس ورنیه.



شکل ۴-۴۶ خط کش فولادی.

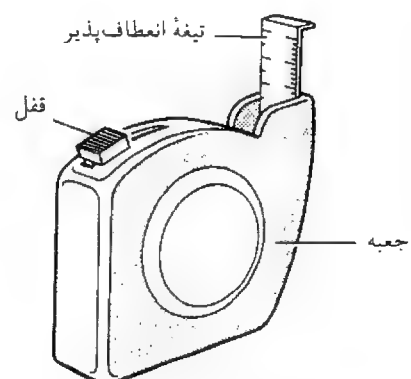
به کار می‌رود. این نوع متر را می‌توان در جیب حمل کرد. اندازه‌گیری دقیق با خط کش بسیار مشکل است، زیرا ناگزیر می‌شوید اندازه را تخمین بزنید. برای اندازه‌گیری دقیق بهتر است از کولیس ورنیه استفاده کنید (شکل ۴-۴۸). این ابزار از بخشهای زیر تشکیل می‌شود:

۱. تیغه مدرج (مقیاس ثابت)؛
۲. فک ثابت؛
۳. مقیاس ورنیه (مقیاس متحرک)؛
۴. فک متحرک (که به مقیاس متحرک متصل است).

تیغه مدرج را برحسب میلیمتر درجه‌بندی می‌کنند. مقیاس متحرک روی مقیاس ثابت حرکت می‌کند. به فک متحرک بستی متصل است. مقیاس ورنیه را طوری مدرج می‌کنند که تا ۴۹ میلیمتر را نشان دهد. ۵۰ قسمت وجود دارد؛ بنابراین اختلاف بین مقیاس ورنیه و مقیاس اصلی ۰.۲ میلیمتر است. برای کار با کولیس ورنیه باید به طور مرتب تمرین کنید تا طرز کار و نحوه استفاده از آن را به خوبی بیاموزید:

۱. فک متحرک را جابه‌جا کنید تا با سطح مورد اندازه‌گیری تماس پیدا کند.

در هنگام استفاده از خط کش، اندازه‌گیری را باید نسبت به ضلع یا سطح مبنا انجام داد (شکل ۴-۴۶). لبه خط کش را طوری روی سطح مستقر کنید که درجه‌بندی آن با سطحی که می‌خواهید اندازه‌گیری کنید تماس داشته باشد. اگر خط کش را روی کف تخت آن بخوابانید، ممکن است در خواندن آن اشتباه کنید. مراقب باشید که سروته خط کش آسیب نبیند. در صورت استفاده نادرست از خط کش فولادی، این ابزار کارایی خود را به عنوان ابزار اندازه‌گیری از دست می‌دهد. متر تاشو (شکل ۴-۴۷) تیغه‌ای ساخته شده از فولاد انعطاف‌پذیر دارد که در جعبه‌ای تعبیه شده و فترسوار است. طول آن، در حالت باز شده، از خط کش فولادی بلندتر است و بنابراین برای اندازه‌گیری طولهای بزرگتر (معمولاً تا ۳ متر)



شکل ۴-۴۷ متر تاشو.

نتیجه نهایی: $25.44 \text{ mm} = 25.00 + 0.44$

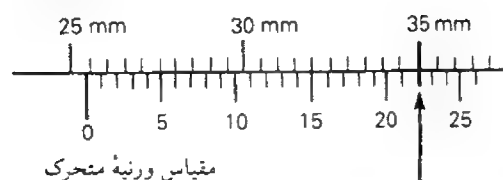
کولیس ورنیه ابزاری سودمند برای اندازه گیریهای خارجی و داخلی است (شکل ۴-۵۰). در هنگام اندازه گیری داخلی باید پهنای فکها را (که معمولاً روی کولیس ثبت شده است) به نتیجه قرائت شده اضافه کنید.

میکرومتر ابزاری بسیار سودمند است. به کمک این ابزار می توان با دقتی معادل 0.01 میلیمتر اندازه گیری کرد. میکرومتر متری می تواند در گستره های 25 میلیمتری اندازه گیری کند (یعنی این میکرومترها را برای فاصله صفر تا 25 میلیمتر، 25 تا 50 میلیمتر و غیره، می سازند). در شکل ۴-۵۱ یک نوع میکرومتر متداول نشان داده شده است.

میکرومتر پیچی با گام رزوه 0.5 میلیمتر دارد. یعنی به ازای هر دور چرخش، محور میکرومتر به اندازه 0.5 میلیمتر جلو می رود. اما طبلک میکرومتر به 50 درجه تقسیم شده است. بنابراین میزان پیشروی به ازای هر درجه طبلک معادل $\frac{0.5}{50}$ یا 0.01 میلیمتر است. روش کار با میکرومتر به ترتیب زیر است:

۱. قطعه پلاستیکی را در دست بگیرید تا انبساط گرمایی ایجاد نشود.
۲. فکهای اندازه گیر را عمود بر سطوح مورد اندازه گیری نگه

مقیاس اصلی (هر بخش = 0.5 mm)



$$25 + (22 \times 0.02) = 25.44 \text{ mm}$$

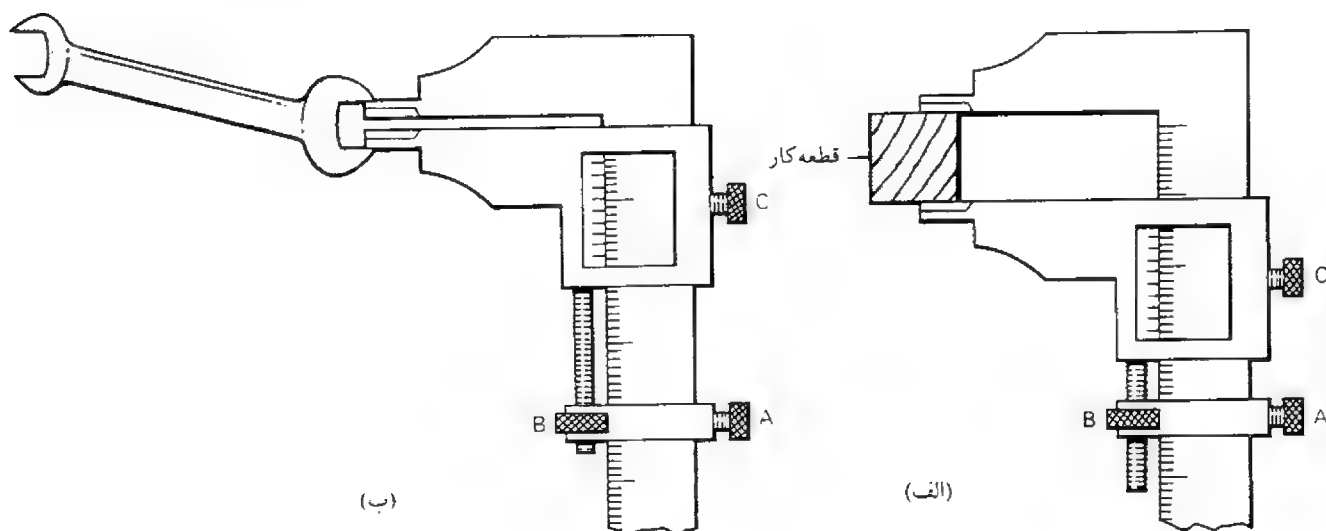
شکل ۴-۴۹ اندازه گیری با استفاده از کولیس ورنیه.

۲. پیچ روی بست را سفت کنید.
۳. با استفاده از پیچ تنظیم دقیق، ورنیه را جابه جا کنید.
۴. فکها را جابه جا کنید تا با قطعه تماس پیدا کنند؛ نیروی اضافی به آنها وارد نکنید.
۵. پیچ ورنیه را سفت کنید.

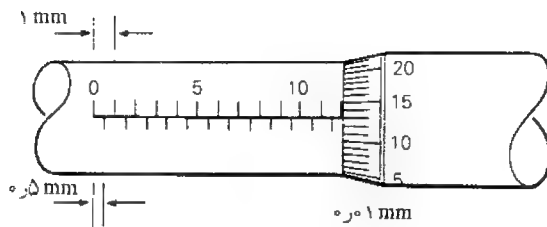
برای خواندن (مثلاً) 25.44 میلیمتر روی کولیس، تعداد میلیمترهای زیر صفر ورنیه را بشمارید؛ مثلاً در شکل ۴-۴۹ تعداد آنها 25 تاست. سپس روی مقیاس ورنیه خطی را پیدا کنید که با خطی از مقیاس ثابت منطبق باشد؛ در این مورد خطبر 22 منطبق است. برای محاسبه اندازه کل، 22 را در 0.02 ضرب و با 25 جمع کنید. یعنی:

$$25.00 \text{ mm} = \text{عدد خوانده شده روی مقیاس ثابت}$$

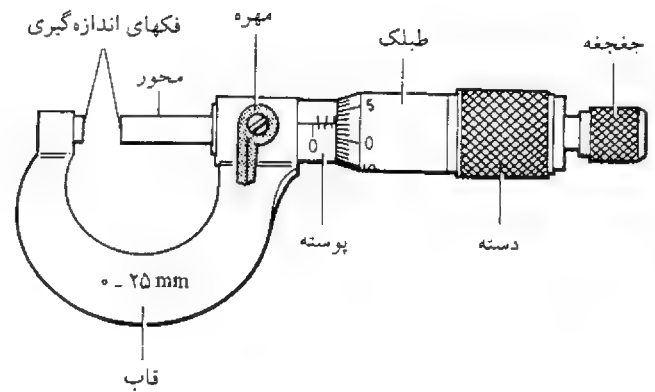
$$22 \times 0.02 (\text{mm}) = 0.44 \text{ mm}$$



شکل ۴-۵۰ نحوه استفاده از کولیس ورنیه: الف) اندازه گیری خارجی؛ ب) اندازه گیری داخلی. ابتدا مهره A را سفت کنید، سپس چرخ B را بچرخانید تا به موضع مورد نظر برسد و سرانجام مهره C را سفت کنید.



شکل ۴-۵۲ نحوه قرائت میکرومتر.



شکل ۴-۵۱ میکرومتر خارجی.

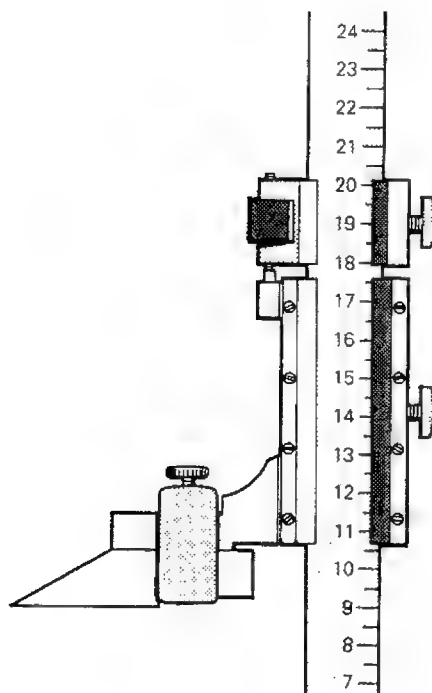
دارید تا دقت اندازه گیری تضمین شود.

۳. طبلک را بچرخانید تا فکهای میکرومتر با سطح قطعه کار تماس پیدا کنند.

۴. در صورتی که میکرومتر جنجغه دارد، در هنگام چرخاندن طبلک از آن استفاده کنید تا فشار مناسب وارد شود؛ به علاوه، جنجغه باعث می شود که فک میکرومتر، پس از تماس با قطعه کار، دیگر حرکت نکند.

در شکل ۴-۵۲، میکرومتر به ترتیب زیر قرائت می شود:

مقیاس اصلی بالایی ۱۲٫۰۰ mm
مقیاس اصلی پایینی (نیم میلیمتر ندارد) ۰٫۰۰ mm
مقیاس طبلک (۱ mm × ۰٫۰۱) ۰٫۱۳ mm
نتیجه نهایی ۱۲٫۱۳ mm

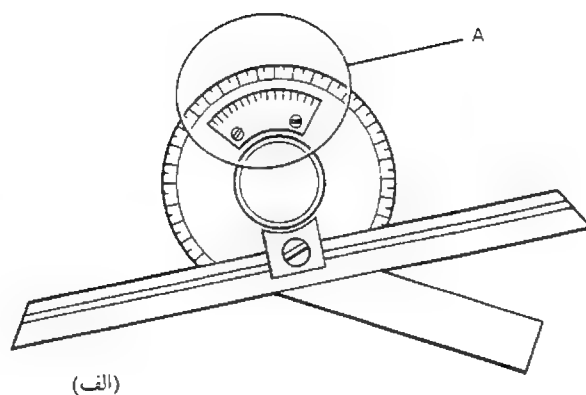
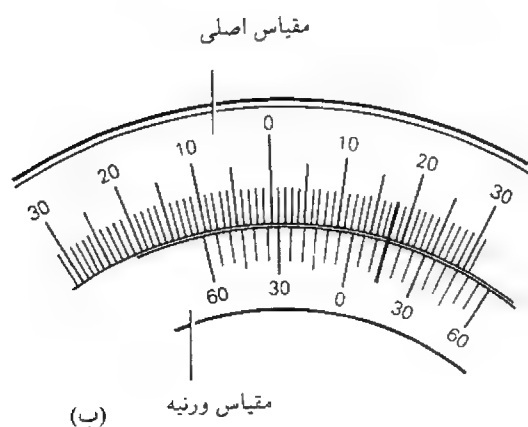


شکل ۴-۵۳ ارتفاع سنج ورنیه دار.

ارتفاع سنج ورنیه دار یا کولیس ارتفاع سنج، همراه با صفحه صاف به کار می رود. ارتفاع سنج پایه سنگینی دارد. این پایه تکیه گاه مقیاس اصلی است که به ترتیبی مشابه کولیس مدرج شده است. ارتفاع سنج مکانیسمی برای تنظیم دقیق نیز دارد (شکل ۴-۵۳). از این ابزار برای اندازه گیری دقیق عمق سوراخها، شیارها، جاخارها و مانند آنها استفاده می شود. با استفاده از نقاله ورنیه دار می توان زاویه های تا ۵ دقیقه قوس را اندازه گیری کرد (شکل ۴-۵۴). در این ابزار از همان مقیاس ورنیه ای استفاده می شود که قبلاً شرح داده شد. نقاله ورنیه دار قطعاتی به شرح زیر دارد: مقیاس اصلی، با تقسیمات زاویه ای؛ مقیاس ورنیه، که در هر طرف علامت صفر به ۱۲ درجه تقسیم شده است؛ بازوی چرخان، که

میکرومتر ابزاری گرانبهاست و در هنگام کار با آن باید بسیار دقت کنید. رعایت نکات زیر سودمند است.

- میکرومتر را در جایی دور از گرد و غبار نگهداری کنید.
- فکهای میکرومتر را همیشه تمیز نگه دارید تا نتایج دقیق به دست آورید.
- میکرومتر را به طور مرتب روغن بزنید تا زنگ نزنند.
- وقتی از میکرومتر استفاده نمی کنید آن را در جعبه قرار دهید.
- روی طبلک یا جنجغه فشار نیاورید.



شکل ۴-۵۴ الف) نقاله ورنیه دار؛ ب) جزئیات A، که قرائت $15^{\circ} 12'$ را نشان می دهد.

با استفاده از این ابزار می توانید اندازه ها را مقایسه کنید. این ابزار حرکت های جزئی را بزرگ می کند تا آسان قرائت شود. ساعت اندازه گیری، حرکت خطی دُم ساعت را به حرکت چرخشی عقربه تبدیل می کند؛ این عقربه روی مقیاس دایره ای حرکت می کند. این مقیاس به درجه های مساوی، هریک معادل 1° و 0.1 میلی متر تقسیم می شود.

کرانها و انطباقها

منظور از کرانها دو اندازه غایی هر بُعد مفروض است؛ کرانها بزرگترین و کوچکترین اندازه مجاز سوراخ یا محور را نشان می دهند.

هر سوراخ کرانهایی دارد. مثلاً ممکن است از شما خواسته شود سوراخی ایجاد کنید که قطر آن حداکثر 15.0 ± 0.3 میلی متر و حداقل 15.0 ± 0.3 میلی متر باشد. در این مثال 15.0 ± 0.3 بزرگترین اندازه مجاز و 15.0 ± 0.3 میلی متر کوچکترین اندازه مجاز است.

منظور از انطباق، سیستم جورکردن محورها و سوراخهاست. سه انطباق پایه در این سیستم عبارت اند از آزاد، گذرا و تداخلی. در انطباق آزاد، قطر سوراخ از قطر محور بیشتر است. محور را به آسانی می توان در سوراخ موتاثر کرد، زیرا به راحتی وارد سوراخ می شود. در انطباق گذرا، قطر سوراخ و محور برابر است، برای موتاثرکاری در این حالت به نیروی اندکی نیاز است. در انطباق تداخلی، کران پایینی محور از کران بالایی سوراخ بزرگتر است. در این

حرکت مقیاس ورنیه را کنترل می کند.

روش کار با نقاله ورنیه دار به شرح زیر است:

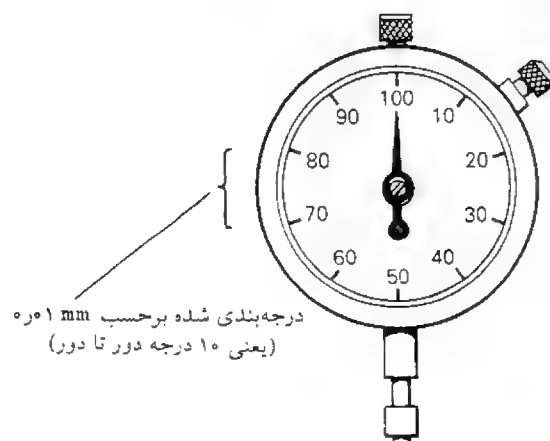
۱. تعداد درجات روی مقیاس اصلی، در هر طرف صفر مقیاس ورنیه را ملاحظه کنید؛ مثلاً در شکل ۴-۵۴ (ب)، این مقدار 12° است.

۲. درجه ای از مقیاس ورنیه را که با درجه ای از مقیاس اصلی منطبق است پیدا کنید. روی این مقیاس تعداد دقیقه ها به دست می آید که در این مثال ۱۵ دقیقه است.

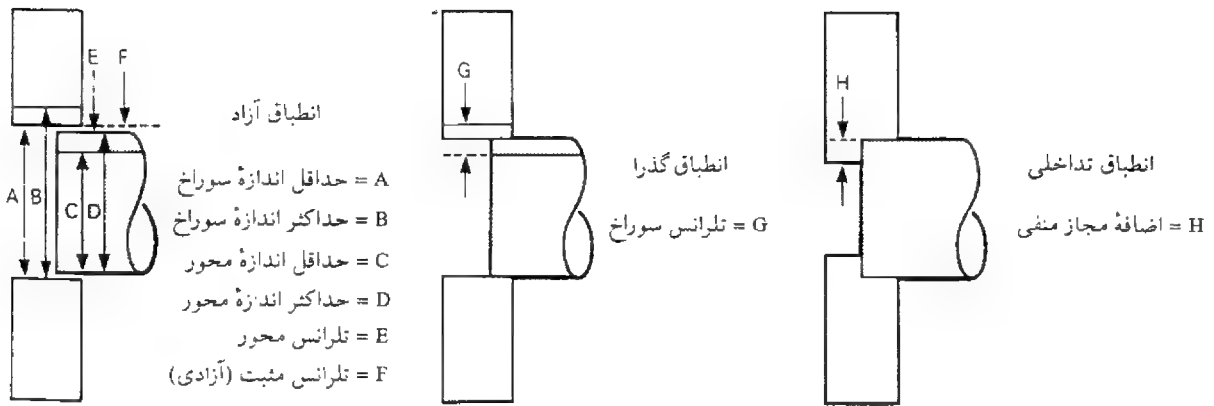
۳. دو مقدار به دست آمده را با هم جمع کنید تا نتیجه نهایی، یعنی $12^{\circ} 15'$ ، حاصل شود.

در هنگام استقرار و قرائت نقاله ورنیه دار باید دقت کنید تا نتیجه دقیق حاصل شود.

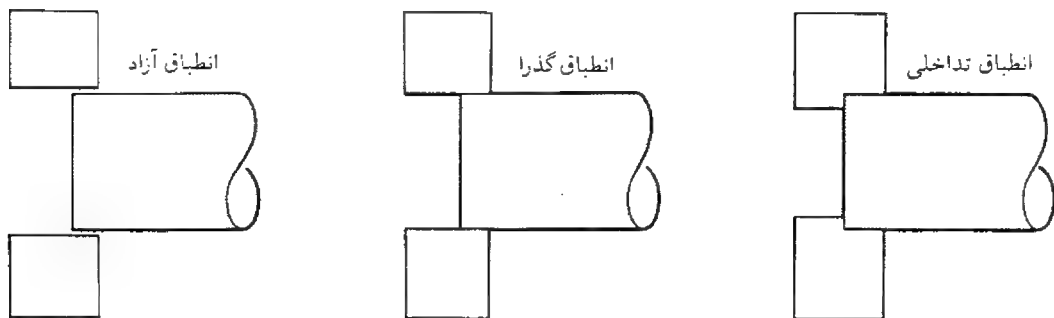
ساعت اندازه گیری (شکل ۴-۵۵) نوعی مقایسه گر است.



شکل ۴-۵۵ ساعت اندازه گیری.



شکل ۵۶-۴ سیستم سوراخ - پایه (سه نوع انطباق).



شکل ۵۷-۴ سیستم محور - پایه.

نمونه‌هایی از کران‌سنج‌اند.

از شابلون سوراخ (شکل ۵۸-۴) برای بازرسی



شکل ۵۸-۴ شابلون سوراخ.

حالت برای مونتاژ کردن به نیروی زیادی نیاز است. اضافه مجاز اختلاف بین کران بالایی سوراخ و کران بالایی محور است. تolerانس، اختلاف بین کرانهای بالایی و پایینی محور یا سوراخ است.

در سیستم سوراخ - پایه (شکل ۵۶-۴)، همه اندازه‌های سوراخ کرانهای مساوی دارند و انطباقها از ایجاد کرانهای مختلف روی محورها حاصل می‌شود. در سیستم محور - پایه، حدهای محور، برای هر اندازه مفروض، یکسان است. با تغییر اندازه سوراخ، انطباقهای مختلف نتیجه می‌شود (شکل ۵۷-۴).

کران‌سنج

از کران‌سنج برای بازرسی استفاده می‌شود. کران‌سنج جانشین ساده‌ای برای ابزارهای اندازه‌گیری پیچیده است. کران‌سنجها دو سر دارند: یک سر معرف کران بالا و سر دیگر معرف کران پایین است. شابلون سوراخ و ضخامت‌سنج

● از چکش برای کمک به قلم‌بری، برش، قلم‌زنی، سنبه‌کاری و پرچکاری استفاده می‌شود. متداولترین چکش، چکش سرگرد است.

● حدیده و قلاویز برای رزوه‌کاری به کار می‌روند. در قلاویزکاری، باید از آب‌صابون استفاده کرد تا اصطکاک کاهش یابد و براده‌ها پاک شوند. برای رزوه‌کاری داخلی از قلاویز و برای رزوه‌کاری خارجی از حدیده استفاده می‌شود.

● کارگیره، گرفتن قطعات برای انجام عملیات مختلف روی آنهاست.

ابزارهای خط‌کشی و نشانه‌گذاری به شرح زیرند:

● از سوزن خط‌کش برای ترسیم خطوط موازی یا عمودی استفاده می‌شود؛ این سوزن را همراه گونیای فلزی به کار می‌برند.

● از پرگار اندازه‌گیری برای انتقال اندازه‌ها استفاده می‌شود.

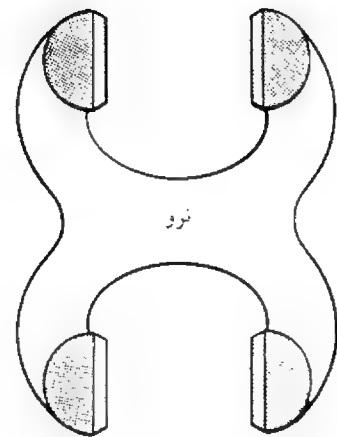
● سنبه مرکز نشان و سنبه نشان 60° ، برحسب زاویه نوک از هم متمایز می‌شوند؛ زاویه نوک سنبه مرکز نشان 90° و زاویه نوک سنبه نشان 60° ، چنانکه از نام آن پیداست، 60° است.

● خط‌کش فولادی، کولیس ورنیه، میکرومتر، کولیس ارتفاع سنج، نقاله ورنیه‌دار، ساعت اندازه‌گیری و کران سنج، ابزارهای اندازه‌گیری و بازرسی‌اند.

● همه این ابزارها گران‌قیمت‌اند. مراقب باشید به آنها صدمه نزنید. پیش از قراردادن در جعبه به آنها روغن بزنید تا زنگ نزنند.

تمرین و پرسش

۱. ابزارهای دستی زیر را شرح دهید:
- الف) سوهان (ب) اره (ج) قلم (د) پرگار تقسیم
۲. نحوه سوهانکاری دوطرفه را تشریح کنید.
۳. منظور از پُرشدن سوهان چیست و چگونه می‌توان از آن جلوگیری کرد؟
۴. الف) از هریک از تیغ‌اره‌های زیر برای چه کاری استفاده می‌شود؟ ۱۴ تا ۱۸ دندانه در ۲۴ تا ۲۵ mm دندانه در



شکل ۴-۵۹ ضخامت سنج.

سوراخها استفاده می‌شود. شابلون دو سر «برو» و «نرو» دارد، که سخت‌سازی و سنگ‌زنی شده‌اند. اگر سر «برو» وارد سوراخ شود، نتیجه می‌گیریم که قطر سوراخ از کران پایینی بیشتر است. اگر سر «نرو» وارد سوراخ نشود، قطر سوراخ از کران بالایی کمتر است و می‌توان سوراخ را قبول کرد. از ضخامت‌سنج برای واریسی اندازه صفحه‌های آماده شده استفاده می‌شود (شکل ۴-۵۹). ضخامت‌سنج دو دهانه «برو» و «نرو» دارد که بازرسی را آسان می‌کنند.

■ مرور مطالب این فصل

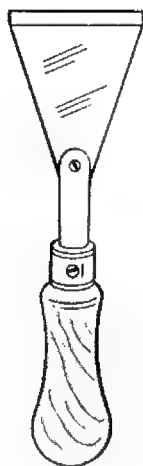
ابزارهای رومیزی مختلفی در کارگاه‌های آموزشی به کار می‌روند که به شرح زیرند.

● سوهان از فولاد ابزار کربنی، با حدود ۱٫۳ درصد کربن، ساخته می‌شود. بخشهای اصلی آن عبارت‌اند از دسته، دُم و آج.

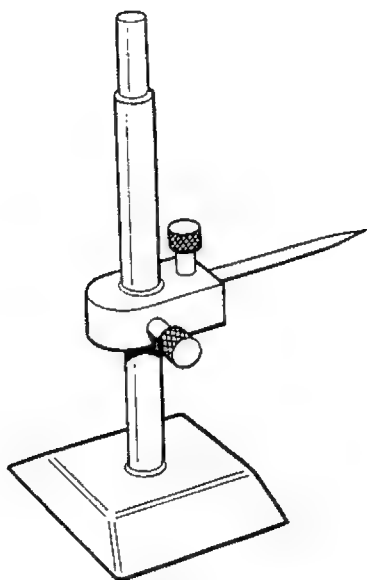
● انواع مختلف سوهان برای کارهای مختلف موجود است.

● با اره می‌توان مواد را برش داد. انواع اره عبارت‌اند از کمان‌اره، کمان‌اره کوچک، اره ورق‌بر و اره سوراخ‌بر.

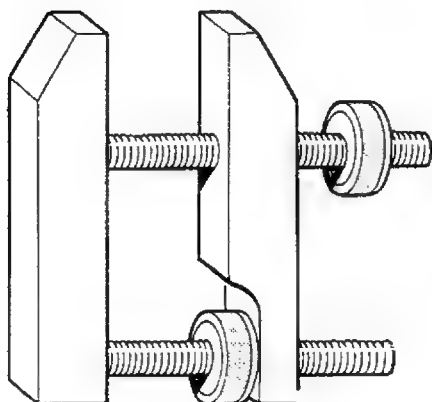
● قلم را از فولاد ریختگی یا فولاد آلیاژی می‌سازند؛ قلم یک لبه برنده دارد که سخت‌سازی و بازپخت شده است. آن را قلم سردبُر هم می‌نامند زیرا روی فلزات سرد به کار می‌رود. انواع قلم عبارت‌اند از نیمگرد، دُم‌باریک، دُم‌پهن و نوک‌تیز. معمولاً از قلم برای قلم‌بری، برش و قلم‌زنی استفاده می‌شود.



شکل ۶۴-۴ کاردک نقاشی.



شکل ۶۵-۴ سوزن خط کش پایه دار.

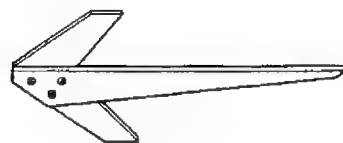


شکل ۶۶-۴ گیره دستی.

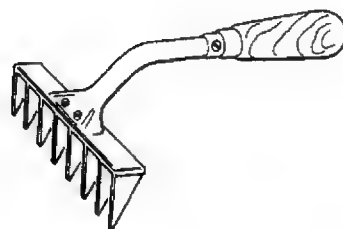
- ۲۵ mm؛ ۳۲ دندان در ۲۵ mm.
۵. نحوه بستن تیغاره به کمان را، با رسم شکل، شرح دهید.
۵. تفاوت بین قلم زنی، برش و قلم بوری را شرح دهید. از شکل استفاده کنید.
۶. نحوه فلاویزکاری سوراخی به قطر ۱۲ mm را شرح دهید.
۷. فرایندهای زیر را، با رسم شکل، شرح دهید:
- الف) خزینه زنی ب) پیشانی تراشی موضعی
۸. هریک از ابزارهای زیر چه کاربردی دارد؟
- الف) صفحه گونیا ب) صفحه صاف ج) گونیای جناغی
۹. نحوه قرائت فاصله ۲۰ mm را با استفاده از میکرومتر متری با گستره ۲۵-۵۰ mm شرح دهید.

۱۰. انطباقهای زیر را تعریف کنید:

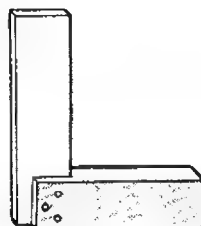
- الف) انطباق تداخلی ب) انطباق گذرا ج) انطباق آزاد
۱۱. شابلون سوراخ و ضخامت سنج را شرح دهید.
۱۲. در شکل‌های ۴-۶۰ تا ۴-۶۶ چند نمونه از وسایلی که باید در کارگاه بسازید نشان داده شده است. جنس و ابعاد آنها را خودتان انتخاب کنید و پیش از اقدام به ساخت آنها، به کمک مربی خود، نقشه‌های اجرایی برای آنها بکشید.



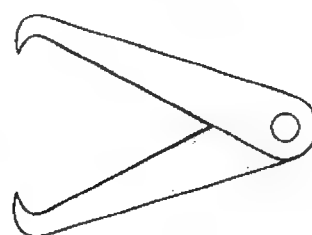
شکل ۶۰-۴ مرکز یاب.



شکل ۶۱-۴ شن کش باغبانی.



شکل ۶۳-۴ گونیای فلزی.



شکل ۶۲-۴ پرگار اندازه گیری.

ابزارها و فرایندهای آهنگری

مقدمه

آهنگری فرایندی است که آهنگر از طریق آن فلزات گداخته را شکل می‌دهد. وقتی فولاد گرم شود (تا دمای 600°C) رنگ آن سرخ می‌شود. اگر فولاد را گرمتر کنیم و دمای آن را به حدود 1200°C برسانیم، رنگ آن سفید می‌شود. فولاد بین این دماها مومسان (چکش‌خوار) است و می‌توان آن را آهنگری کرد. فرایند آهنگری مستلزم مهارتی است که باید به تدریج و طی زمانی طولانی کسب شود. در این فصل به بحث در مورد ابزارها، تجهیزات و فرایندهای آهنگری و مقررات ایمنی که باید رعایت کنید، می‌پردازیم.

دسته‌بندی می‌کنند. سندان روی پایه‌ای چدنی یا قطعه‌ای چوب محکم قرار داده می‌شود. دماغه سندان شکل‌های مختلفی دارد و به کمک آن می‌توان فلزات را به شکل دلخواه آهنگری کرد. سایر بخش‌های سندان عبارت‌اند از مقر ابزار، که می‌توان دسته‌ها، قرارها و قرارهای دم را در آن جای داد (این ابزارها را در ادامه همین فصل شرح می‌دهیم)؛ سوراخ سنبه‌کاری و میز که قلم‌زنی یا برش روی آن انجام می‌شود. فلزاتی که باید پتک‌کاری، خم یا قلم‌زده شوند در کوره آهنگری (شکل ۵-۲) گرم می‌شوند؛ این روش متعارف گرم کردن فلزات است. اگر کوره از فولاد نرم ساخته شده باشد باید جداری از آجر نسوز برای آن تعبیه کرد تا آتش ورق‌های فولاد را نسوزاند. بعضی از کوره‌ها را از آجر، گل رس یا چدن می‌سازند و بنابراین به جدار نسوز نیاز ندارند. کوره آهنگری یک هواکش و یک دودکش دارد که به کمک یک بادزن مکنده، دود را تخلیه می‌کند. در جلو کوره

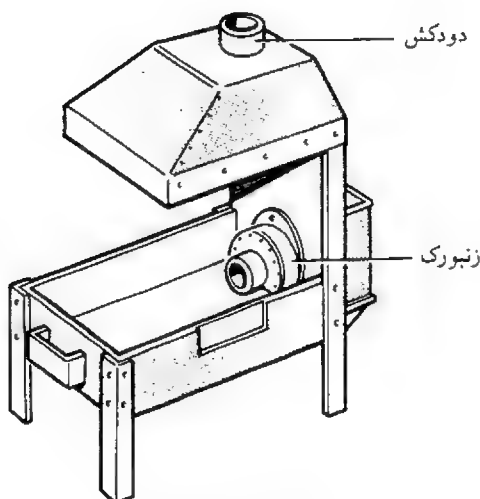
آهنگر، غیر از پتک و سندان، از ابزارهای دیگری هم استفاده می‌کند. در این بخش با ابزارها و تجهیزات مورد استفاده در کارگاه آهنگری آشنا می‌شویم.

سندان (شکل ۵-۱) از چدن یا فولاد ساخته می‌شود و سطح آن را سخت می‌کنند. سندانها را معمولاً بر اساس وزن

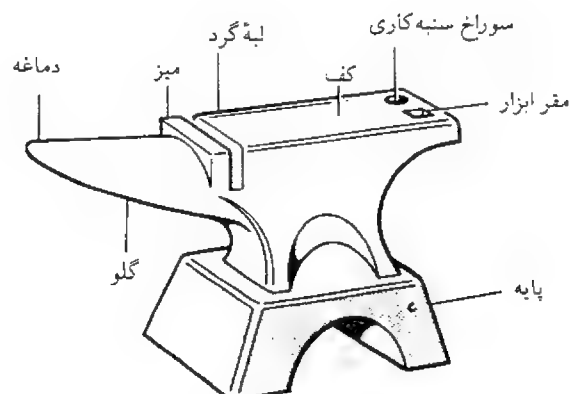
ابزارهای آهنگری

آهنگر، غیر از پتک و سندان، از ابزارهای دیگری هم استفاده می‌کند. در این بخش با ابزارها و تجهیزات مورد استفاده در کارگاه آهنگری آشنا می‌شویم.

سندان (شکل ۵-۱) از چدن یا فولاد ساخته می‌شود و سطح آن را سخت می‌کنند. سندانها را معمولاً بر اساس وزن

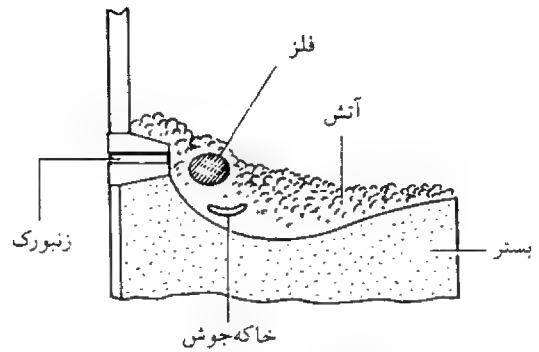


شکل ۵-۲ کوره آهنگری.



شکل ۵-۱ سندان و پایه.

می‌دارند تا عملیات آهنگری روی آن انجام شود. انبر را از فولاد نرم می‌سازند و از دو قطعه پرچ شده به هم تشکیل می‌شود. هر انبر از دو بخش اصلی تشکیل می‌شود، دسته و دهانه. برای گرفتن قطعه‌کارهایی به شکل‌های مختلف، انبرهایی با دهانه‌های متفاوت ساخته‌اند. انواع متداول انبر در شکل ۵-۵ نشان داده شده است.

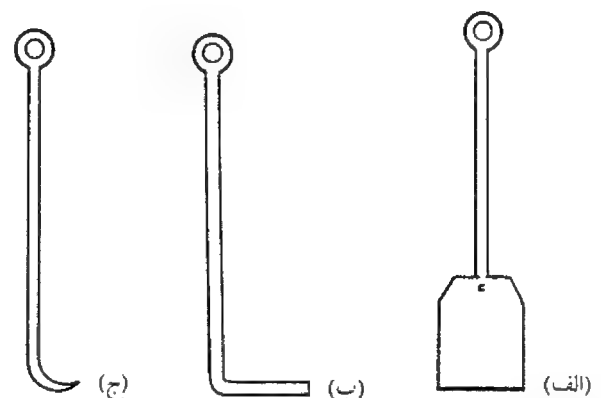


شکل ۳-۵ کوره آهنگری.

باید ظرف آبی قرارداد. از این ظرف برای سرد کردن فلزات و ابزارها استفاده می‌کنند. هوا به وسیله دمنده برقی یا دم آهنگری و از طریق، زنبورک، به داخل کوره رانده می‌شود. سوخت کوره آهنگری زغال‌سنگ، کک و غیره است. برای روشن کردن کوره (شکل ۳-۵) می‌توانید از تراشه چوب استفاده کنید. در صورت استفاده از تراشه چوب دود تولید می‌شود؛ اگر فوتک در اختیار داشته باشید، کار تمیزتر انجام می‌شود. با استفاده از مسلفه، خاکستر و خاکه جوش تولید شده در کوره را بیرون بیاورید و آتش را همواره تمیز نگه دارید.

ابزارهای مورد استفاده در کوره آهنگری عبارت‌اند از بیل، برای جمع‌آوری کک؛ سیخ کوره، برای شل کردن خاکه جوش تشکیل شده؛ و مسلفه برای بیرون کشیدن آن (شکل ۴-۵).

در آهنگری قطعه‌کار (یعنی فلز گداخته) را با انبر نگه



شکل ۴-۵ ابزارهای کوره آهنگری (الف) بیل؛ (ب) مسلفه؛ (ج) سیخ کوره.

۱. انبر دم‌بسته. از این نوع انبر برای گرفتن قطعات مستطیلی بسیار سبک استفاده می‌شود.

۲. انبر دم‌باز. این انبر دهانه‌ای تخت و باز دارد و وقتی انبر بسته می‌شود، فکهای آن باز می‌مانند. از این انبر برای گرفتن قطعات مستطیلی ضخیم‌تر استفاده می‌شود.

۳. انبر دم‌گرد. وقتی این انبر بسته می‌شود دهانه آن سوراخی دایره‌ای تشکیل می‌دهد و به کمک همین سوراخ می‌توان میله‌های با مقطع دایره یا مربع را، در امتداد طول گرفت.

۴. انبر گازانبری. از این نوع انبر برای برداشتن و گرفتن فلزات گداخته استفاده می‌شود، اما برای نگه داشتن قطعات در حین آهنگری از آن استفاده نمی‌کنند.

۵. انبر دم‌جناغی. این انبر دهانه‌ای جناغی دارد و برای گرفتن میله‌های مربعی، در امتداد طولی، به کار می‌رود.

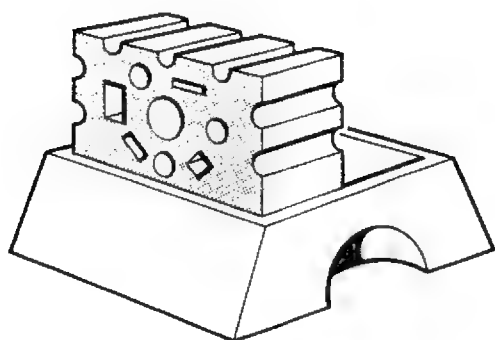
۶. انبر دم چهارگوش. از این انبر برای گرفتن قطعات سنگین با مقطع مربعی یا مستطیلی استفاده می‌شود.

۷. انبر فرورژه. از این انبر برای ساختن فرورژه استفاده می‌شود.

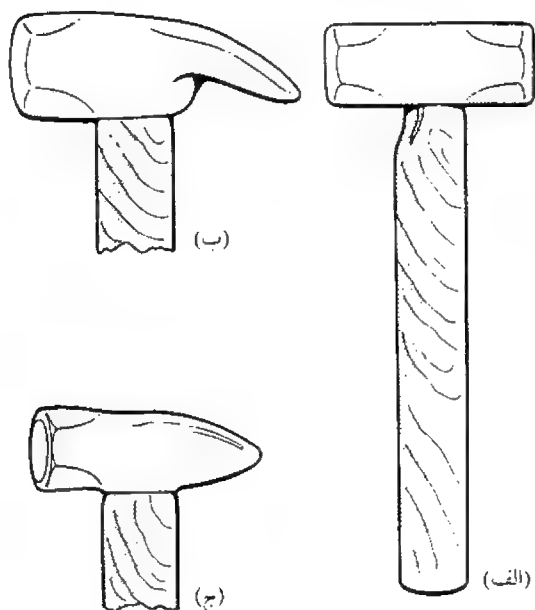
۸. انبر همه‌کاره. در طول فک این انبر سه سوراخ و یک شیار تعبیه شده است و برای انجام کارهای عمومی از آن استفاده می‌شود.

قالب قرار (شکل ۵-۶) از چدن ساخته می‌شود. این قالب قطعه‌ای مستطیلی است که تعدادی شیار با اندازه‌ها و شکل‌های مختلف (جناغی، نیم‌گرد، چهارگوش و غیره) برای خمکاری و سوراخکاری روی آن تعبیه شده است. قالب قرار پایه دارد.

پتک (شکل ۵-۷ الف) چکشی بسیار سنگین است که



شکل ۶-۵ قالب قرار و پایه آن.

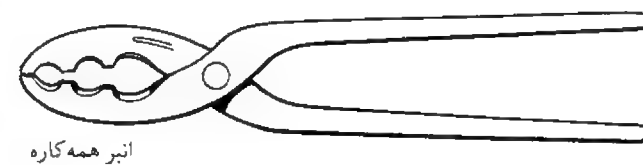
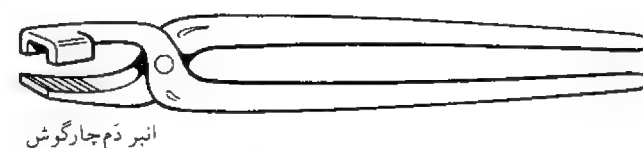
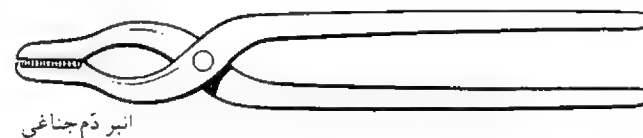
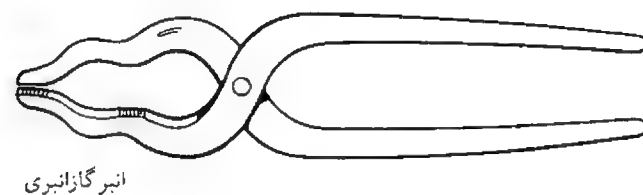


شکل ۷-۵ پستکها: (الف) پتک دوسره؛ (ب) پتک سرتیز؛ (ج) چکش آهنگری.

چکش آهنگری (شکل ۷-۵ ج) سری شیبه پتک دارد، اما سر و دسته آن به سنگینی سر و دسته پتک نیست. وزن چکش آهنگری ۱ تا ۱٫۵ کیلوگرم است و برای انجام کارهای سبک به کار می‌رود.

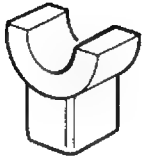
سنبه را از فولاد ریختگی می‌سازند. از سنبه بیشتر برای ایجاد سوراخ - با مقطع دایره یا مربع - در فلزات گداخته استفاده می‌کنند. وقتی با سنبه سوراخ ایجاد می‌کنید، بهتر است سنبه را از دو طرف کار بکوبید تا در نتیجه برخورد با کف سخت شدن آسیب نبیند. برای سنبه یک دسته سیمی می‌سازند (شکل ۸-۵).

سنبه گشادکن سنبه‌ای بزرگ و مخروطی است که کار



شکل ۵-۵ انبرهای آهنگری.

سری سنگین و دسته‌ای دراز دارد. سر پتک می‌تواند تیز، تخت، گرد یا دوسره باشد. وزن پتک بین ۴ تا ۹ کیلوگرم است.



شکل ۱۰-۵ قرار.

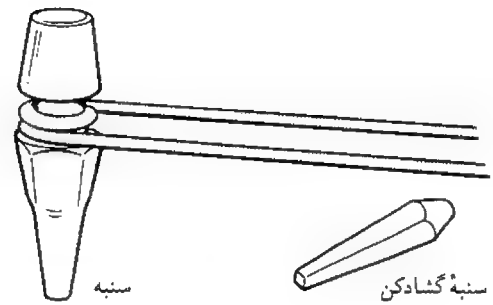
آن گشاد کردن سوراخی است که قبلاً ایجاد شده است. به کمک این ابزار می‌توان سوراخهایی با شکلهای و اندازه‌های مورد نظر ایجاد کرد. معمولاً از سنبله گشادکن روی مقر ابزار یا سوراخ سنبله سندان، یا روی قالب قرار، استفاده می‌کنند.

در آهنگری برای بریدن قطعات آهنگری شده از قلم (شکل ۹-۵) استفاده می‌کنند. قلمها به دو دسته اصلی تقسیم می‌شوند: سردبُر و گرمبُر. قلم گرمبُر که نازکتر است، فلز گداخته را برش می‌دهد. زاویه نوک این قلم 30° است. قلم سردبُر زاویه نوک 60° دارد و برای بریدن فلزات سرد به کار می‌رود. قلمهای آهنگری معمولاً دسته‌های بلندی دارند و با پتک به آنها ضربه می‌زنند. قلمها را به صورت جفتی به کار می‌برند.

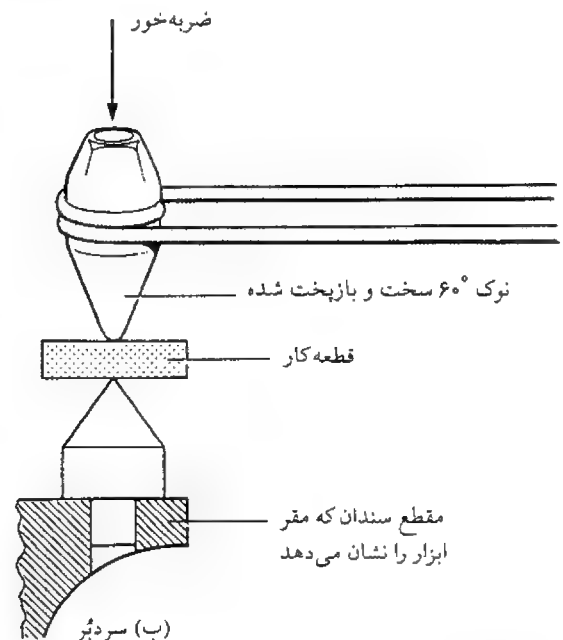
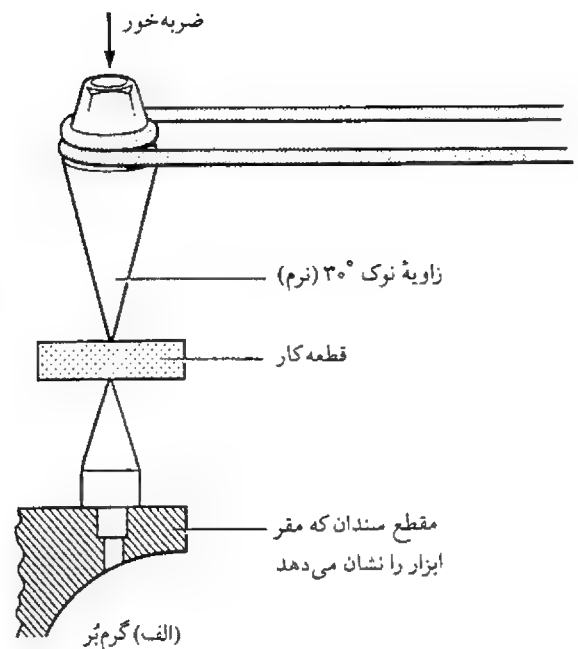
قرارها را به صورت جفتی (قرار بالا و قرار پایین) می‌سازند (شکل ۱۰-۵). قرار بالایی معمولاً دسته دارد و با پتک به آن ضربه می‌زنند. قرار پایینی در مقر ابزار مستقر می‌شود. برای تولید یک قطعه دایره‌ای خوب، آن را روی قرار پایینی می‌گذارند و قرار بالایی را با پتک می‌کوبند.

آهنکوب (شکل ۱۱-۵) برای صاف کردن قطعه کار، یا پرداختکاری آن پس از لاغرسازی به کار می‌رود.

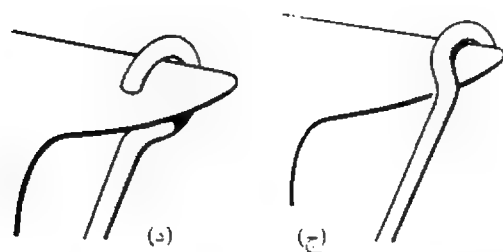
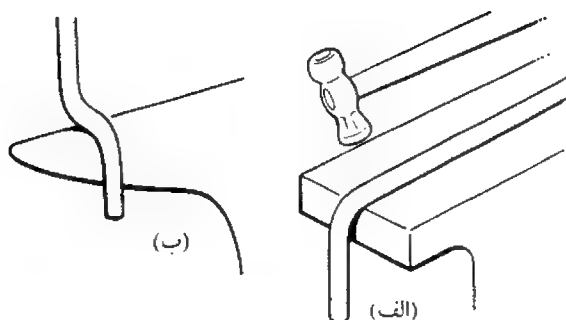
قرار دم، مانند قرار، به صورت جفتی (بالا و پایین)، برای تولید پله، قبل از کاهش مقطع، یا برای کاهش مقطع به کار



شکل ۸-۵ سنبله و سنبله گشادکن.



شکل ۹-۵ قلمها: الف) قلم گرمبُر؛ ب) قلم سردبُر.



شکل ۱۳-۵ خمکاری و ساخت قلاب: الف) مرحله اول - خمکاری با زاویه قائمه؛ ب) مرحله دوم؛ ج) مرحله سوم؛ د) مرحله آخر.

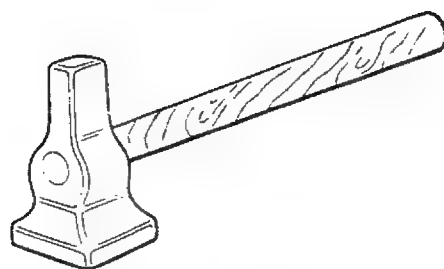
زاویه دلخواه خم کنید (شکل ۱۳-۵ الف).

اگر می خواهید قلاب درست کنید، کار را به ترتیب زیر ادامه دهید:

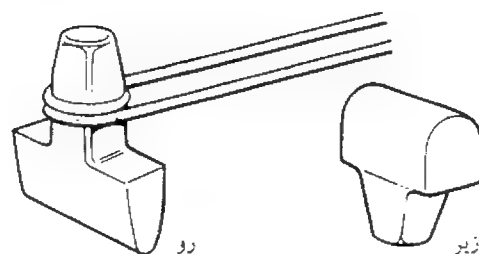
۵. قطعه را روی دماغه سندان برگردانید و سر آن را چکش کاری کنید (شکل ۱۳-۵ ب).
۶. همین عمل را از طرف دیگر انجام دهید (شکل ۱۳-۵ ج).
۷. قطعه را دوباره بچرخانید و به کمک دماغه سندان آن را کاملاً خم کنید و به شکل قلاب دریاورید (شکل ۱۳-۵ د).

هرگز سعی نکنید قلاب را مستقیماً شکل دهید؛ ابتدا میله را با زاویه قائمه خم کنید.

حال می خواهیم طول میله لازم برای ساخت قلاب را تعیین کنیم؛ این طول معادل ۳ برابر قطر میانگین قلاب است. مثلاً برای ساختن قلابی با قطر خارجی ۲۰ میلی متر از میله ای به قطر ۸ میلی متر، باید طول میله $84 \text{ mm} = 3 \times (20 + 8)$ باشد.



شکل ۱۱-۵ آهکوب.



شکل ۱۲-۵ قرار دم.

می رود (شکل ۱۲-۵). هدف از به کارگیری این ابزار جلوگیری از لوله شدن قطعه کار (ایجاد سرهای توخالی در آن) است.

فرایندهای آهنگری

آهنگری فرایند شکل دادن فلزات گرم است.

آهنگر با استفاده از ابزارهایی که در بالا شرح داده شد، فرایندهای مختلف شکل دادن را انجام می دهد. در ادامه مطلب فرایندهای متداولتر آهنگری را شرح می دهیم.

خمکاری

خمکاری (شکل ۱۳-۵) فرایند دشواری نیست؛ خمکاری به مهارت زیادی نیاز ندارد و مراحل آن به شرح زیر است:

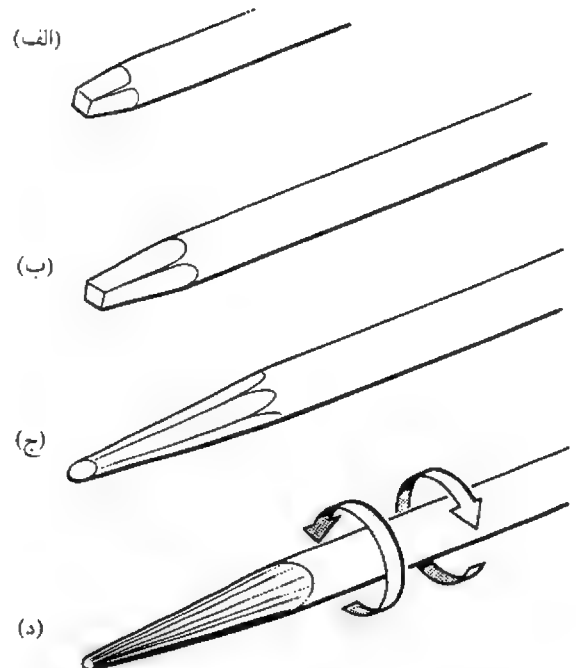
۱. با استفاده از گچ، طولی را که می خواهید خم کنید، نشانه بگذارید.
۲. قسمتی را که باید خم شود گرم کنید.
۳. خط نشانه را روی سندان بگذارید.
۴. با استفاده از چکشی با وزن مناسب، طول مورد نظر را با

کاهش مقطع

در این فرایند فلز نازک می شود زیرا ضخامت مقطع آن کاهش می یابد. فلزی که باید آهنگری شود، ابتدا روی دماغه سندان چکش کاری می شود. با استفاده از این فرایند می توان مقطع باریک شونده تخت، دایره ای یا مربعی ایجاد کرد. در شکل ۵-۱۴ مراحل مختلف کاهش مقطع برای تولید مقطع باریک شونده دایره ای نشان داده شده است:

۱. چهار طرف قطعه را چکش کاری کنید تا بخش کوتاهی با مقطع مربعی تشکیل شود (شکل ۵-۱۴ الف).
۲. طول این بخش را افزایش دهید (شکل ۵-۱۴ ب).
۳. گوشه های مقطع مربعی طویل ایجاد شده در مرحله ۲ را چکش بزنید تا مقطع هشت ضلعی تولید شود (شکل ۵-۱۴ ج).
۴. همه گوشه های مقطع ایجاد شده در مرحله ۳ را گرد کنید (شکل ۵-۱۴ د).

اگر می خواهید مقطع مربعی یا تخت تولید کنید فقط ۲ یا ۳ مرحله اول را انجام دهید.



شکل ۵-۱۴ مراحل کاهش مقطع: الف) نخستین مرحله - مقطع مربعی کوتاه؛ ب) دومین مرحله - مقطع مربعی طویل؛ ج) سومین مرحله - شکل هشت ضلعی؛ د) مرحله نهایی - مقطع دایره ای.

در هنگام کاهش مقطع از لوله شدن فلز جلوگیری کنید.

چاق سازی یا پهن سازی

در این فرایند سطح مقطع میله افزایش و طول آن کاهش می یابد (شکل ۵-۱۵). این فرایندی دشوار است و انجام آن مستلزم مهارتی است که در طی سالها کسب می شود. ابتدا سری از قطعه را که باید چاق شود، پیش از پهن سازی روی سندان، گرم می کنند (این سر باید بسیار گرم شود). چاق سازی طی مراحل زیر انجام می شود:

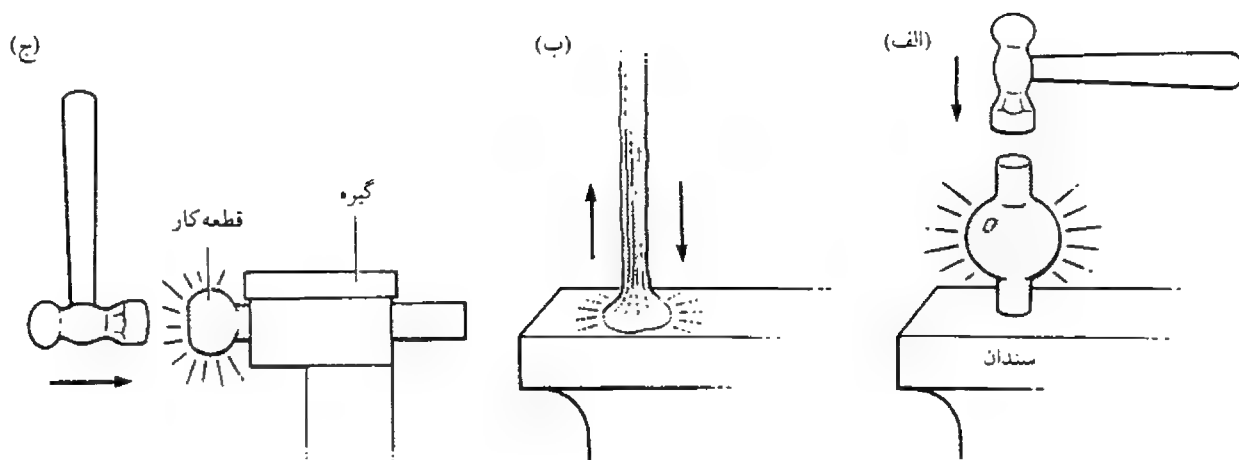
۱. ناحیه ای را که باید پهن شود گرم کنید.
۲. سر میله را روی سندان پهن کنید.
۳. میله را به گیره ببندید و سر آن را چکش کاری کنید.

سوراخکاری و سنبه رانی

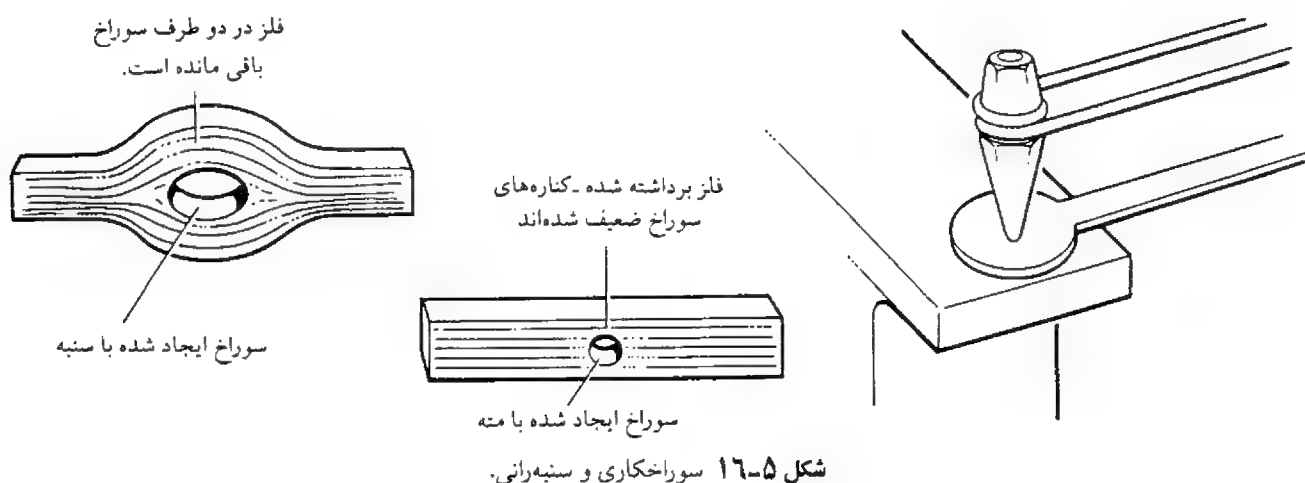
برای ایجاد سوراخهای گرد یا چهارگوش در فلز گداخته از سنبه یا سنبه گشادکن استفاده می شود. مزیت این فرایند، در مقایسه با سوراخکاری با مته، آن است که فلز از قطعه برداشته نمی شود و در دو طرف سوراخ باقی می ماند (شکل ۵-۱۶). بنابراین در صورت سوراخکاری با سنبه، ساختار دانه فلز، پس از آهنگری، تغییر نمی کند. فرایند سوراخکاری و سنبه رانی به ترتیب زیر انجام می شود:

۱. فلز را گرم کنید تا به نزدیکی دمای جوشکاری برسد.
۲. ابتدا روی سندان، سنبه را بکوبید تا قطعه را سوراخ کند.
۳. قطعه را روی سوراخ سنبه قرار دهید و سنبه را بکوبید تا از طرف دیگر بیرون بیاید.
۴. با استفاده از سنبه گشادکن سوراخ را کامل کنید.

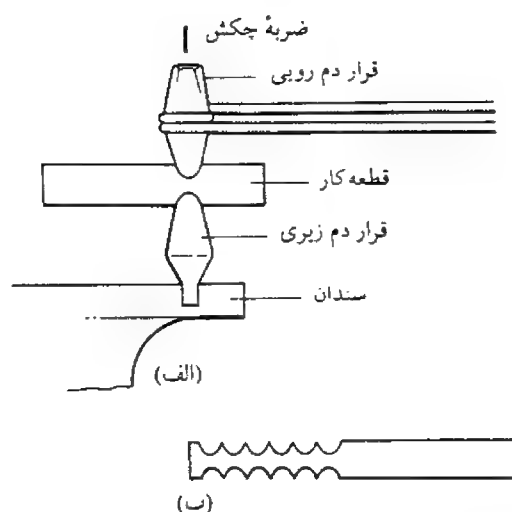
پس از استفاده از سنبه، سر آن را سرد کنید. برای جلوگیری از شکافتن قطعه، پیش از سوراخکاری، آن را چاق کنید.



شکل ۵-۱۵ چاق‌سازی: (الف) چاق‌سازی وسط؛ (ب) پهن‌سازی روی سندان؛ (ج) چاق‌سازی در گیره.



شکل ۵-۱۶ سوراخکاری و سنبه‌رانی.



شکل ۵-۱۷ لاغرسازی: (الف) ایجاد فرورفتگی؛ (ب) قطعه لاغرسازی شده (طول آن افزایش یافته است).

هموارسازی

برای هموارکردن قطعه لاغرسازی شده از آهنکوب و پتک استفاده

لاغرسازی

چنانکه قبلاً گفته شد، در این فرایند از یک جفت قرار دم استفاده می‌شود. لاغرسازی را پیش از کاهش مقطع انجام می‌دهند تا قطعه پله‌دار شود. قرار دم فلز را برش نمی‌دهد، بلکه فقط سبب تغییر امتداد دانه‌های آن می‌شود (شکل ۵-۱۷).

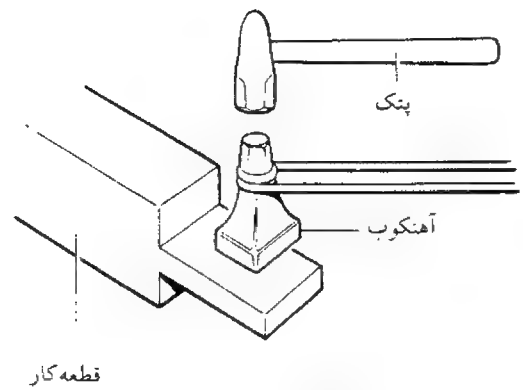
در لاغرسازی:

۱. طولی را که باید مقطع آن کاهش یابد نشانه‌گذاری کنید.
۲. فلز را گرم کنید.
۳. نقطه‌ای را که باید کاهش مقطع از آنجا شروع شود، با قرار دم باریک کنید (شکل ۵-۱۷ الف).
۴. با استفاده از آهنکوب، سطح ناصاف ایجاد شده را هموار کنید (شکل ۵-۱۸).

۱. گرم کردن فلز؛
۲. استقرار قطعه بین قرارهای بالایی و پایینی؛
۳. چکش زدن به قرار بالایی در حین چرخاندن قطعه کار.

پیچاندن

پیچاندن یکی از فرایندهای ساده آهنگری است که در کارگاههای آموزشی می توان به آسانی آن را انجام داد. برای پیچاندن قطعه، ابتدا باید فلز را به خوبی گرم کرد.



شکل ۵-۱۸ هموارسازی.

۱. طولی را که باید پیچانده شود نشانه گذاری کنید (شکل ۵-۲۰ الف).
۲. فلز را گرم کنید (کافی است سرخ شود).
۳. میله را به گیره ببندید (شکل ۵-۲۰ ب).
۴. با استفاده از میله مخصوصی که به همین منظور ساخته شده است، قطعه را پیچانید (شکل ۵-۲۰ ج).
۵. میله را با دو دست بچرخانید.

می شود (شکل ۵-۱۸). با استفاده از فرایند تخت سازی می توان سطح موجدار را هموار کرد. برای هموارسازی:

۱. آهنکوب را روی سطح قرار دهید.
۲. با پتک به ته آهنکوب ضربه بزنید.
۳. آهنکوب را روی تمام نواحی قطعه حرکت دهید و مرحله ۲ را تکرار کنید.

اگر قطعه خیلی گرم باشد، گام پیچ کوتاه و تند می شود. اگر قطعه صرفاً سرخ شده باشد، در طول مورد نظر پیچی طولانی و عادی ایجاد می شود.

برشکاری

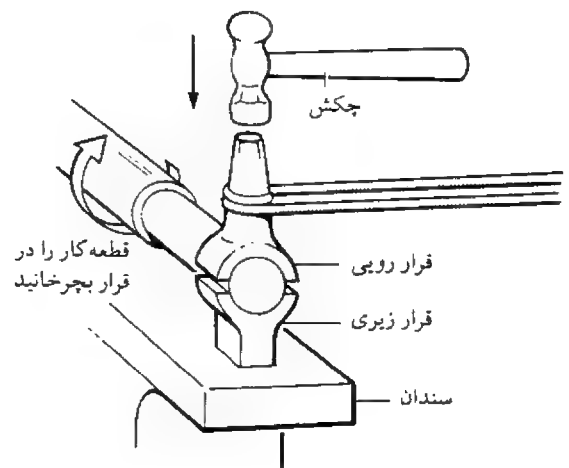
برشکاری را با استفاده از قلم سردبُر یا گرمبُر انجام می دهند. چنانکه گفته شد، از قلمهای آهنگری به صورت جفت استفاده می شود. برای بریدن فلزات سرد از قلم سردبُر و برای بریدن فلزات گرم از قلم گرمبُر استفاده می کنند (شکل ۵-۹).

در برشکاری سرد، قطعه را از پشت برش دهید و آن را بشکنید. در برشکاری گرم، قطعه را روی میز سندان، به صورت سرتاسری، برش دهید.

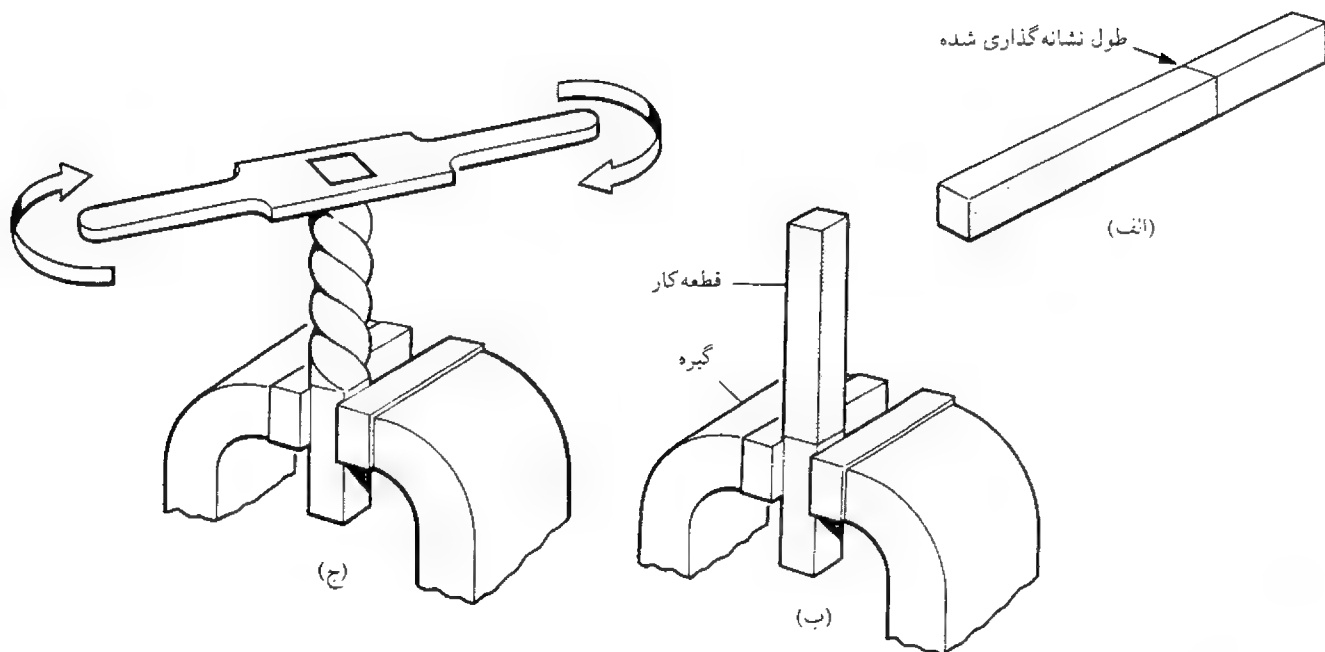
فرپورژه

در ساخت بعضی از مصنوعات از هنر آهنگری تزینی استفاده شده است؛ به عنوان مثال می توان از پایه فانوس یا

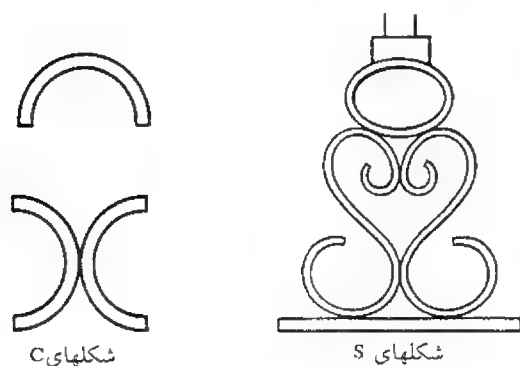
قرارکاری
قرارکاری فرایندی است که با استفاده از آن مقطع گرد یا شش گوش قطعه پرداختکاری می شود. قرارکاری را با استفاده از یک جفت قرار انجام می دهند (شکل ۵-۱۹). این فرایند به ترتیب زیر انجام می شود:



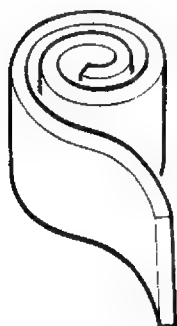
شکل ۵-۱۹ قرارکاری.



شکل ۵-۲۰ پیچاندن: (الف) نشانه گذاری طول؛ (ب) بستن کار به گیره (به محل خط نشانه توجه کنید)؛ (ج) پیچاندن قطعه با استفاده از میله مخصوصی که به همین منظور ساخته شده است.



شکل ۵-۲۱ شکل‌های فرفورژه.



شکل ۵-۲۲ قالب فرفورژه.

شمعدان نام برد. فرفورژه را معمولاً به شکل C یا S می‌سازند (شکل ۵-۲۱). فلز مناسب برای ساخت فرفورژه فولاد نرم است. مراحل ساخت فرفورژه به شرح زیر است.

۱. فلز را گرم کنید.
۲. سر میله را در قالب فرفورژه قرار دهید (شکل ۵-۲۲)؛ برای این کار از انبر فرفورژه (شکل ۵-۵) استفاده کنید.
۳. فلز را دور قالب فرفورژه بپیچانید؛ در همه حال آن را تراز نگه دارید.

ایمنی در کارگاه آهنگری

اگر مقررات ساده ایمنی رعایت نشود، فرایند آهنگری فرایندی خطرناک خواهد بود. رعایت نکات زیر سودمند است.

۱. کفشهایی با تخت ضخیم و پنجه فولادی بپوشید تا در صورت بروز حادثه پائتان مجروح نشود.
۲. وقتی با فلزات گداخته کار می‌کنید، دستکش بپوشید تا دستتان نسوزد.

۳. کوره آهنگری حتماً باید دودکش داشته باشد؛ فضای دودآلود برای سلامتی انسان مضر است.
۴. چکش‌کاری فلزات گداخته می‌تواند خطرناک باشد، زیرا

پوسته‌هایی از سطح فلز جدا و به اطراف پرتاب می‌شوند.

۵. در هنگام بیرون آوردن فلز گداخته از کوره و جابه‌جا کردن آن مراقب باشید؛ ممکن است کسی در نزدیکی شما ایستاده باشد.

۶. بدون استفاده از علائم هشداردهنده، قطعه کار گداخته را روی کف کارگاه یا در گیره باقی نگذارید.

۷. پیش از ضربه زدن به قطعه‌ای که همکاران با انبر آن را نگه داشته است، منتظر علامت آمادگی او باشید؛ ممکن است او آماده نباشد و شما ضربه بزنید.

▲ در صورتی که مجروح شدید، فوراً مربی خود را مطلع کنید.

■ مرور مطالب این فصل

● آهنگری یکی از فرایندهای فلزکاری است که در آن فلز را تا رسیدن به دمای مطلوب گرم می‌کنند و به آن ضربه می‌زنند یا آن را تغییر شکل می‌دهند تا کالای مورد نظر ساخته شود.

● کوره یکی از تجهیزات مهم کارگاه آهنگری است که فلزات را در آن گرم می‌کنند.

● سندان یکی از تجهیزات ارزشمند کارگاه آهنگری است که برای نگه‌داشتن سایر ابزارها، مانند قلم، و کمک به قلم‌زنی، برشکاری و کاهش مقطع به کار می‌رود.

● ابزارهایی که معمولاً در کارگاه آهنگری به کار می‌آیند عبارت‌اند از انبر، پتک یا چکش، سنبه، قرار دم و آهنکوب.

● فرایندهای آهنگری عبارت‌اند از خمکاری، کاهش مقطع، چاق‌سازی، پیچاندن، برشکاری، قرارکاری، لاغرسازی و سوراخکاری.

● آهنگر، برای جلوگیری از بروز حادثه و مجروح شدن، در حین آهنگری باید مقررات ایمنی را رعایت کند؛ آهنگر باید از ابزارها و تجهیزات آهنگری مراقبت کند.

تمرین و پرسش

۱. شکل ابزارهای زیر را رسم کنید و نحوه استفاده از آنها را نشان دهید:

(الف) قرار دم، (ب) سنبه، (ج) قرار

۲. تفاوت اصلی قلم‌های آهنگری را شرح دهید.

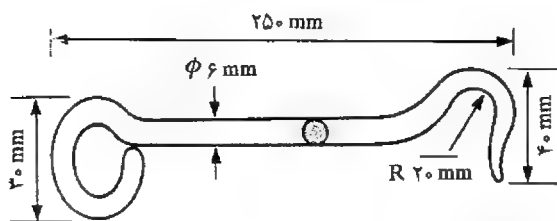
۳. چرا آهنگر باید در کارگاه آهنگری مقررات ایمنی را رعایت کند؟

۴. تفاوت بین فرایندهای چاق‌سازی و هموارسازی را شرح دهید.

۵. نحوه روشن کردن کوره آهنگری و مراقبت از آن را شرح دهید.

۶. با ساختن قطعه نشان داده شده در شکل (۵-۲۳)، که پشت در می‌افتد و آن را می‌بندد، فرایندهای ساده آهنگری را تمرین کنید. ابعادی را که در شکل نشان داده نشده‌اند تخمین بزنید.

۷. قطعه ساده‌ای را طراحی کنید و بسازید که در ساخت آن از فرایندهای کاهش مقطع، لاغرسازی، چاق‌سازی، پیچاندن و خمکاری استفاده شود.



شکل ۲۳-۵ پروژه ۱: پشت‌بند در (ϕ = قطر، R = شعاع).

ابزارها و فرایندهای ورقکاری

مقدمه

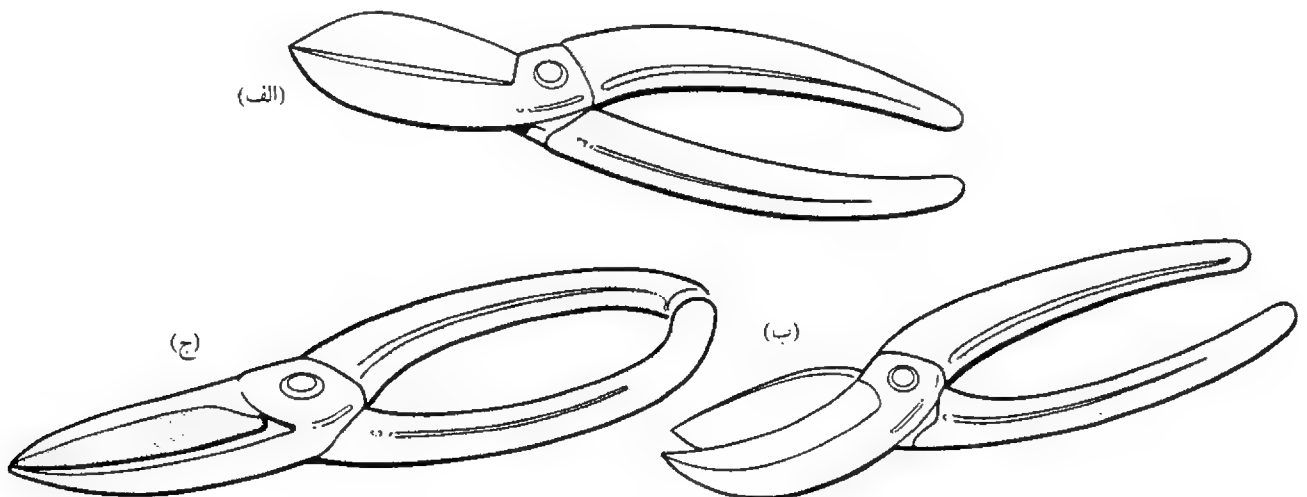
آهن‌بُر را به شکلها و در اندازه‌های مختلف می‌سازند. شکل‌های متداول عبارت‌اند از دم‌صاف، دم‌خم و همه‌کاره (شکل ۶-۱).

سندان‌های ورقکاری سندان‌های آهن‌گری کوچکی هستند و برای انجام عملیات مشابهی به کار می‌رود (شکل ۶-۲). از سندان لب‌برگردان معمولاً برای برگرداندن لبه ورق با زاویه‌ای بیش از 90° استفاده می‌شود. سندان دوسر برای ایجاد شکل‌های استوانه‌ای و مخروطی به کار می‌رود. از سندان نیم‌گرد برای برگرداندن لبه قطعات گرد یا منحنی استفاده می‌شود. سندان قیفی برای شکل دادن قطعات استوانه‌ای و مخروطی به کار می‌رود. از سندان ته‌گرد برای شکل دادن کف دایره‌ای یا منحنی قطعات دایره‌شکل استفاده می‌شود. سندان حلبی‌سازی برای ساخت قطعات واقعاً تخت به کار می‌آید. از سندان لبه‌تازنی برای آماده‌سازی لبه‌های روکوبی شده و مفتولی استفاده می‌شود.

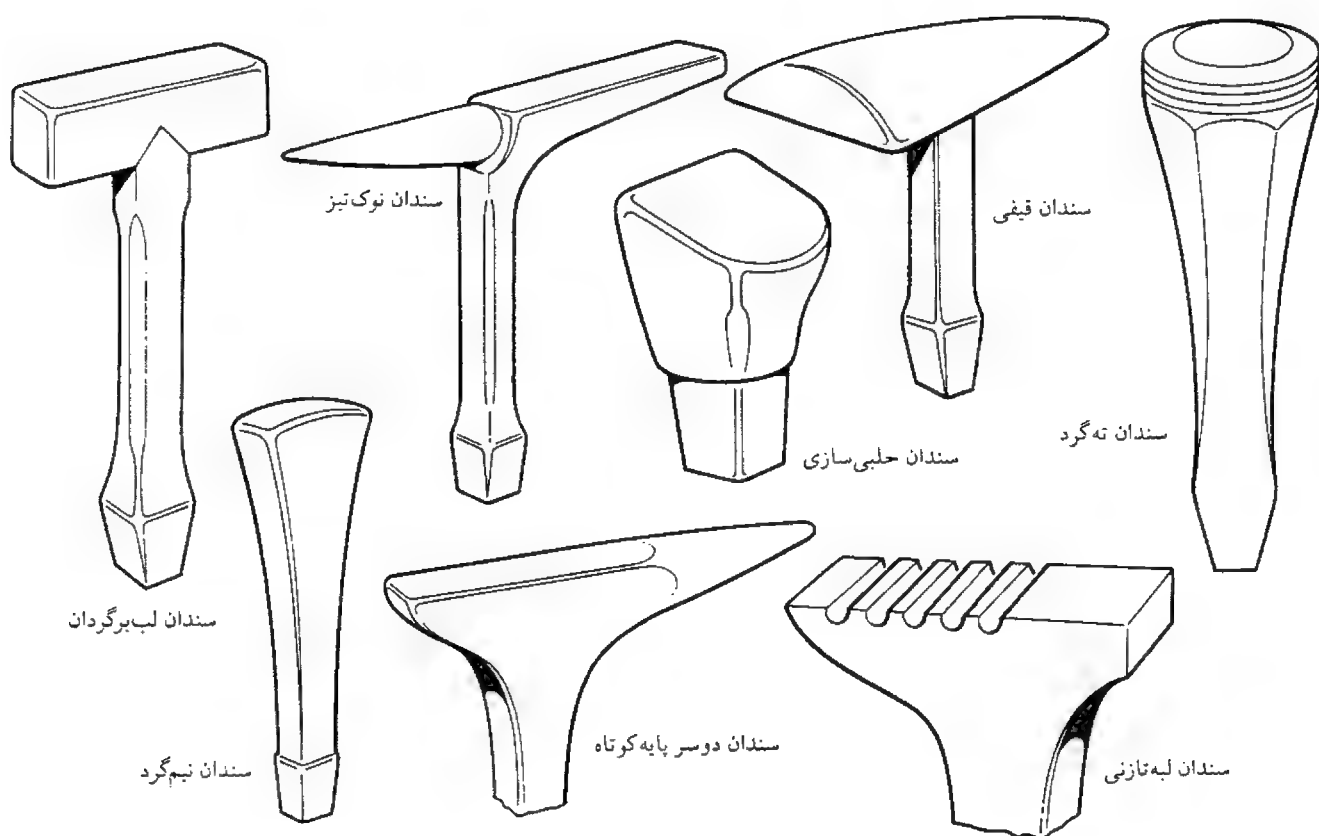
ورقکاری شامل خمکاری، برش و اتصال فلزاتی از قبیل حلبی، آلومینیم، برنج و فولاد نرم گالوانیزه (آهن سفید) است. در این روش ابتدا باید گسترده قطعه مورد نظر را، با استفاده از ابزارهای ورقکاری ببرید. بنابراین هنرآموز باید با نقشه‌کشی آشنا باشد؛ اصول طراحی و هندسه فضایی را در فصل ۹ شرح داده‌ایم. ابزارها، تجهیزات، مواد و فرایندهای مورد نیاز ورقکار را در این فصل شرح می‌دهیم.

ابزارها، تجهیزات و مواد

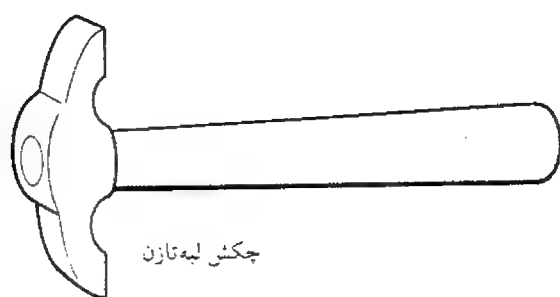
ابزارهایی را که معمولاً در ورقکاری به کار می‌روند، از قبیل چکش غیرفلزی و ابزارهای فرم، می‌توان در کارگاه ساخت، اما انواع استاندارد این ابزارها نیز در بازار موجود است. قیچی آهن‌بُر از فولاد ابزار ساخته می‌شود. از قیچی برای بریدن ورق‌های نازک، مانند حلبی، استفاده می‌کنند. قیچی



شکل ۶-۱ قیچیه‌های آهن‌بُر: (الف) دم‌صاف؛ (ب) دم‌خم؛ (ج) همه‌کاره.



شکل ۶-۲ انواع سندان ورقکاری.

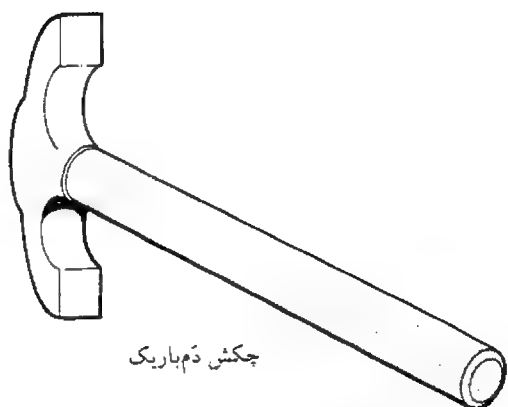


وقتی سندان دوسر برای انجام کارهای سبک مناسب نباشد، از سندان دوسر پایه کوتاه استفاده می‌کنند که از آن کوتاهتر است.

چکشهای مورد استفاده در ورقکاری عبارت‌اند از چکش لبه‌تازن و چکش دم‌باریک (شکل ۶-۳). چکش لبه‌تازن لبه‌های گرد دارد و در مراحل مقدماتی لب‌مفتولی کردن از آن استفاده می‌شود. چکش دم‌باریک لبه‌های تیز دارد و غالباً برای تازدن لبه‌های مفتولی نزدیک بدنه اصلی به کار می‌رود.

از چکشهای غیرفلزی برای تخت‌کردن و خمکاری ورق فلزی استفاده می‌شود. چکش غیرفلزی انواع مختلف دارد. سر این چکشها معمولاً از چوب، چرم یا پلاستیک ساخته می‌شود. انواع متداول آن عبارت‌اند از چکش حلبی‌سازی و چکش برجسته‌کاری (شکل ۶-۴).

میله تاکن (شکل ۶-۵) را به طول ۲۵۰ تا ۳۰۰ میلیمتر می‌سازند و برای خم کردن ورق با زاویه قائمه به کار می‌برند.



شکل ۶-۳ چکشهای ورقکاری.

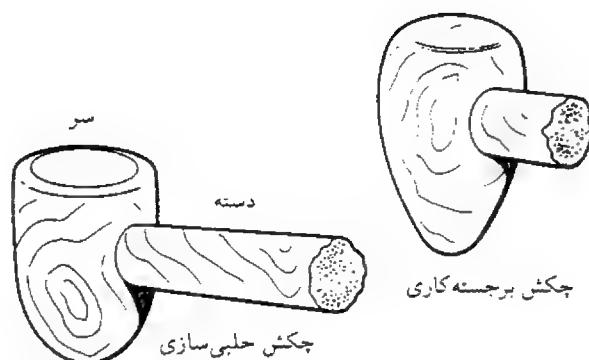
سبزرنگ شود؛ رنگ سبز شعله نشانه آن است که سر هویه به دمای مطلوب رسیده است. اگر از هویه برقی استفاده کنید به کوره نیاز ندارید.

سیم لحیم اصولاً آلیاژ سرب و قلع است. گستره دمای خمیری شدن سیم لحیم به نسبت مقدار قلع و سرب بستگی دارد. نقطه ذوب لحیم حلبی سازی، که ۶۵ درصد قلع و ۳۵ درصد سرب دارد، 183°C است. لحیم لوله کشی (۷۰ درصد سرب، ۳۰ درصد قلع) در 250°C ذوب می شود. با اضافه کردن بیسموت و آنتیموان می توان نقطه ذوب لحیم را کاهش داد. این نوع لحیم را لحیم زودگداز می نامند.

روغن لحیم ماده ای است که چسبندگی لحیم را افزایش می دهد. روغن لحیم کشش سطحی لحیم را کاهش می دهد و سطح فلز را (تا حدودی) از لحاظ شیمیایی تمیز می کند. روغن لحیم بر دو نوع است: روغنهایی که از تشکیل اکسید جلوگیری می کنند. روغن لحیم فعال نام دارند؛ این روغن ها اسیدی هستند. روغن های خنثی فقط مانع اکسایش بیشتر سطح می شوند؛ در جدول ۱-۶ روغن های تجارتي و کاربردهای آنها ذکر شده است.

▲ روغن های فعال به تمیز شدن سطح کمک می کنند، اما خورنده اند. بنابراین باید اتصال را بشوید و پاک کنید. در کارهای برقی از روغن لحیم فعال استفاده نکنید.

یکی از موادی که به عنوان روغن لحیم مصرف می شود، کلرید روی است. این نوع روغن را می توانید در کارگاه تهیه کنید.



شکل ۴-۶ چکش غیرفلزی (معمولاً با سر چوبی و دسته ای از نی یا چوب زبان گنجشک).

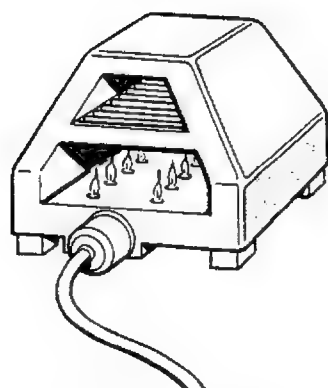


شکل ۵-۶ میله تاکن.

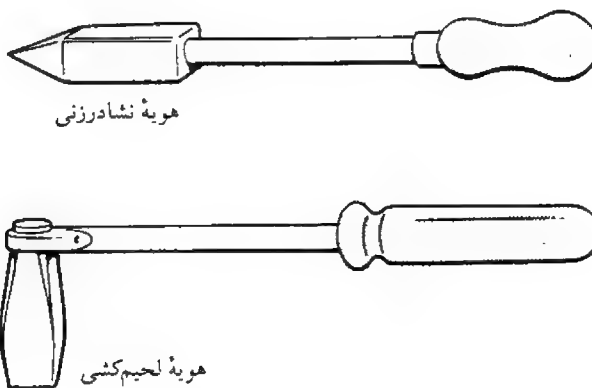
چکش خشکه بند (شکل ۶-۶) شیارهای نیمگرد یا مستطیلی دارد و برای تثبیت درزهای مفتولی و تاشدن به کار می رود.

هویه (شکل ۷-۶) را از مس می سازند. دو نوع اصلی آن عبارت اند از مستقیم و سرکج. از هویه برای لحیم کاری استفاده می کنند. قبل از لحیم کاری هویه را در کوره گرم می کنند. انواع برقی هویه نیز موجود است.

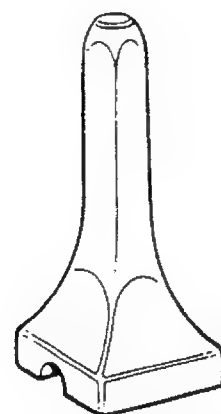
هویه را در کوره لحیم کاری (شکل ۸-۶) گرم کنید؛ اگر چنین کوره ای در اختیار ندارید، می توانید از کوره آهنگری استفاده کنید. سر هویه را تا جایی گرم کنید که شعله



شکل ۸-۶ کوره لحیم کاری.



شکل ۷-۶ انواع هویه.



شکل ۶-۶ چکش خشکه بند.

جدول ۶-۱ روغنهای لحیم و کاربردهای آنها

کاربرد	روغن
کارهای برقی	رزین (پودری)
روی حلبی، برنج و مس به کار می‌رود	کلرید روی
روی مس و آهن به کار می‌رود.	کلرید آمونیاک (نشادر)
لوله‌کشیها در لحیمکاری سرب به کار می‌برند.	پیه
برای لحیمکاری روی و آهن گالوانیزه	اسید کلریدریک

می‌شوند، برای فلزکاران مهم‌اند. این فرایندها را باید به تفصیل مطالعه کنید (هم به صورت نظری و هم در عمل). گسترش سطح مهارتی است که کسب آن برای طراحی و اجرای پروژه‌های ورقکاری ضرورت دارد. در فصل ۹ گسترش سطح را شرح می‌دهیم. برای نقش‌اندازی و برش سطح گسترده باید شابلون تهیه کنید. پس از تهیه طرح، ورق را به ابعاد مورد نظر ببرید و شکل بدهید؛ پس از آن با استفاده از فرایندهای زیر لیه‌ها را به هم متصل کنید.

درزها

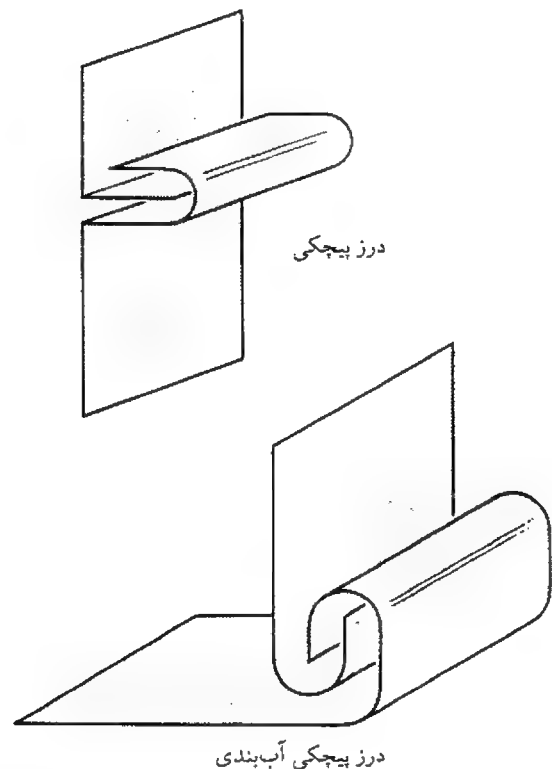
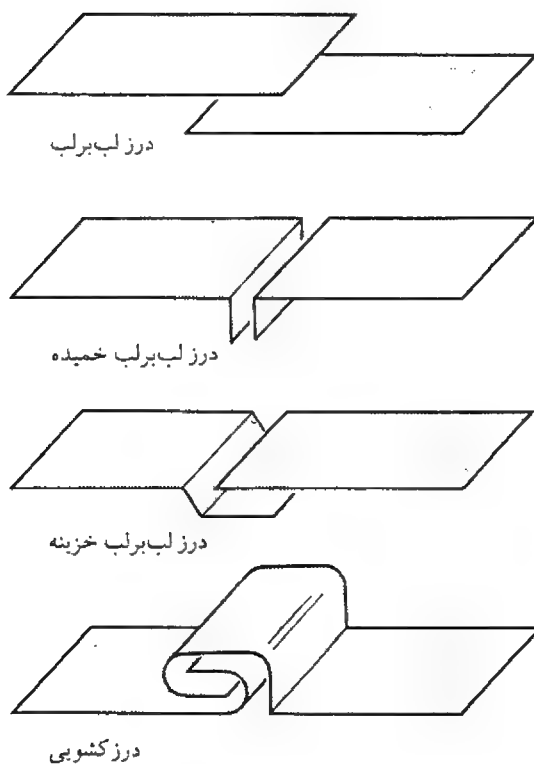
درزهای مناسب برای پروژه‌های آموزشی در شکل ۶-۹ نشان داده شده‌اند.

درز لب‌برلب خودبه‌خود محکم نمی‌شود؛ این درز را باید لحیم کرد. درز لب‌برلب خزینه شبیه درز لب‌برلب است. لبه یک ورق را، مطابق شکل، طوری خم می‌کنند که وقتی لبه ورق دیگر روی آن قرار گیرد و لحیمکاری شود، سطحی

۱. مقداری اسید کلریدریک را در یک ظرف سفالی بریزید.
۲. قطعاتی از فلز روی را به داخل اسید بیندازید.
۳. پیش از مصرف کلرید روی، صبر کنید تا محلول از جوش و خروش بیفتد.

فرایندهای ورقکاری

فرایندهای ورقکاری مختلفی که در این بخش شرح داده



شکل ۶-۹ انواع درز.

لبه‌های ایمن

▲ قطعات ساخته شده از ورق، وقتی لبه‌های آنها نمایان باشد، خطرناک‌اند. برای جلوگیری از مجروح شدن، لبه‌های ورق را برگردانید یا دور سیم تا کنید.

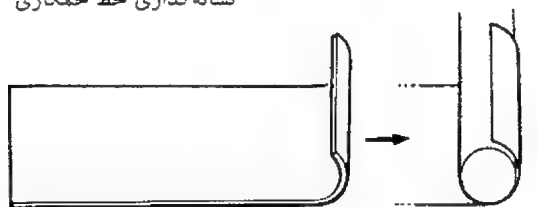
روکوبی (شکل ۶-۱۰) ساده‌ترین روش ایجاد لبه ایمن است. روکوبی به ترتیب زیر انجام می‌شود:

۱. ابتدا لبه ورق را خط‌کشی کنید.
۲. لبه ورق را روی تاکن یا سندان لب‌برگردان کنید.
۳. کار را با استفاده از چکش غیرفلزی و روی یکی از سندانهای ورقکاری به پایان برسانید.

درز حاصل از لب‌مفتولی کردن، از درز ایجاد شده به روش روکوبی بهتر است. این نوع درز، به سبب استفاده از سیم محکمتر است؛ به علاوه تمیزتر و ایمن‌تر نیز هست. در

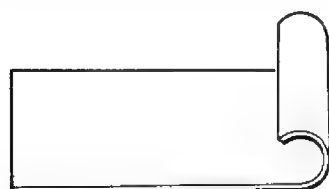


نشانه‌گذاری خط خمکاری



خمکاری روی سندان

سندان ورقکاری



شکل دادن با چکش غیرفلزی



لوله کردن

شکل ۶-۱۰ روکوبی.

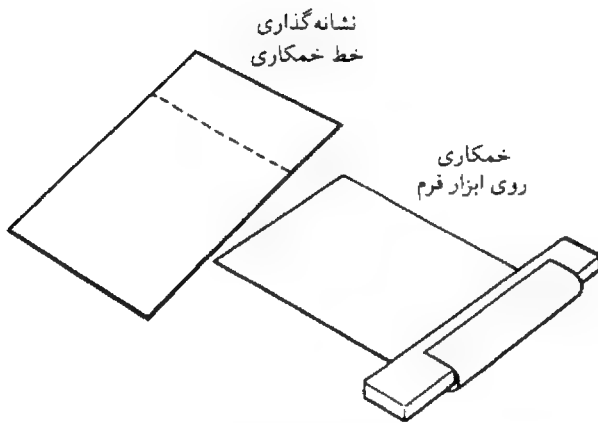
تخت به دست آید. در درز لب‌برلب خمیده دو لبه‌ای را که باید به هم لحیم شوند با زاویه 90° خم می‌کنند و سپس به هم می‌چسبانند و لحیمکاری می‌کنند. درز خشکه‌بند خودبه‌خود محکم می‌شود. از این درز برای اتصال لبه‌ها، بدون پرچکاری یا لحیمکاری استفاده می‌کنند. اما برای آب‌بندی کردن باید آن را لحیم کرد. روش ایجاد درز خشکه‌بند به شرح زیر است:

۱. درز را روی هر دو طرف ورق خط‌کشی کنید. برای تعیین W ، پهنای درز، از فرمول $W = 3t$ استفاده کنید که در آن t ضخامت ورق است. مثلاً، اگر ضخامت ورق 15 mm باشد، آنگاه $W = 3 \times 15 = 45 \text{ mm}$.
۲. با استفاده از میله تاکن (شکل ۶-۵) ورق را از محل خط‌کشی شده خم کنید.
۳. مقطع U شکل را با استفاده از چکش غیرفلزی ایجاد کنید.
۴. قطعات را پیش هم بیاورید و با استفاده از چکش خشکه‌بند آنها را محکم به هم متصل کنید.

از درز پیچکی برای محکم کردن لبه‌های کار، مثلاً قطعه کارهای استوانه‌ای و مخروطی، استفاده می‌شود. روش کار به ترتیب زیر است:

۱. یک قطعه را لبه‌دار کنید (مثلاً به پهنای 3 mm که معادل با پهنای درز است).
۲. برای قطعه دوم لبه‌ای به پهنای 6 mm ایجاد کنید که دو برابر پهنای لبه قطعه اول است.
۳. وسط لبه 6 میلیمتری را خط‌کشی کنید و این لبه را از این محل تا بزنید.
۴. دو لبه را به هم نزدیک کنید و درز را بکوبید.

درز پیچکی آب‌بندی نوع تکمیل شده درز پیچکی است. اگر این درز خوب اجرا شود، حتی بدون لحیمکاری، آب‌بندی می‌شود.



لب مفتولی کردن اضلاع مستقیم قطعات استوانه‌ای، برای تعیین اضافه مجاز از فرمول d ۲٫۵ استفاده کنید که در آن d قطر سیم است. مثلاً برای لب مفتولی کردن لبه قطعه‌ای استوانه‌ای با سیمی به قطر ۳ mm، باید $۷۵ \text{ mm} = ۳ \times ۲۵$ اضافه در نظر بگیرید. در شکل ۱۱-۶ مراحل لب مفتولی کردن نشان داده شده است:

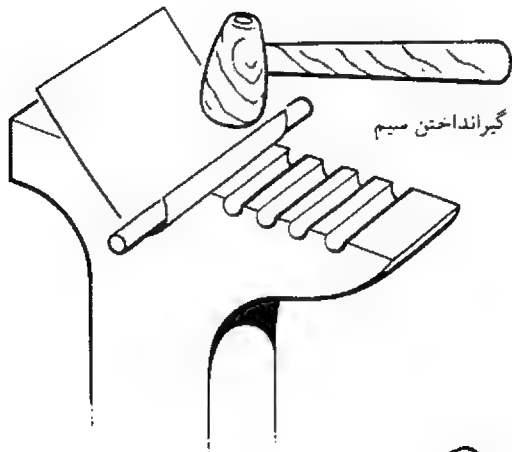
۱. خط خمکاری را ترسیم کنید.

۲. ورق را در تاکن تا بزنید.

۳. سیم را در لبه تا شده قرار دهید.

۴. لبه را برگردانید.

۵. آن را شکل بدهید.



لحیمکاری

لحیمکاری فرایند متصل کردن فلزات با استفاده از سیم لحیم و روغن لحیم است. در این فرایند از کوره لحیمکاری و هویه، که قبلاً شرح داده شدند، استفاده می‌شود.

پیش از استفاده از هویه باید سر آن را با قلع آب‌بندی کنید (برای این کار باید سر هویه را با لحیم بپوشانید):

۱. هویه را در کوره برقی یا گازسوز قرار دهید؛ اگر از هویه برقی استفاده می‌کنید، کافی است آن را به برق وصل کنید. اگر هویه را در کوره گذاشته‌اید، سبز شدن رنگ شعله نشانه رسیدن هویه به دمای مناسب برای لحیمکاری است.

۲. سر هویه را به سرعت با سوهان تمیز کنید.

۳. سر هویه را در روغن لحیم بزنید.

۴. سر هویه را در سیم لحیم جابه‌جا کنید تا با قلع آب‌بندی شود.

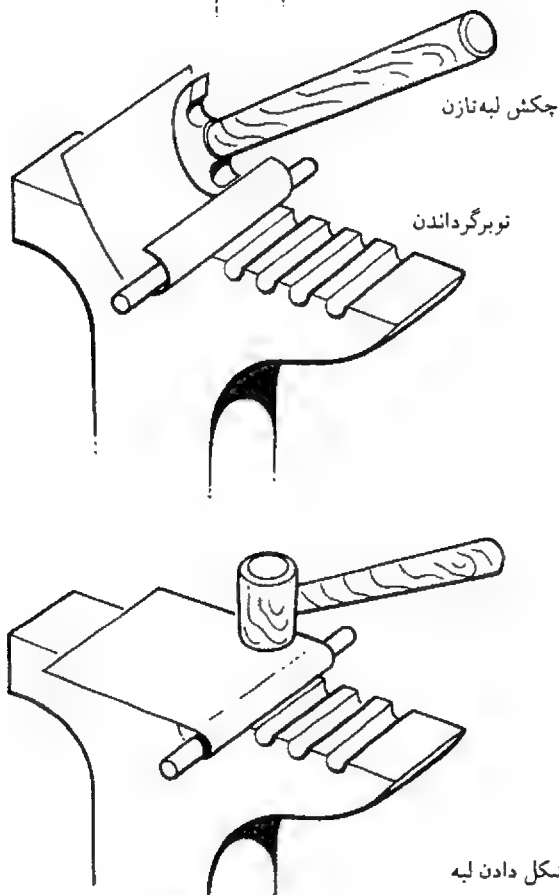
فرایند لحیمکاری به ترتیب زیر انجام می‌شود:

۱. سطوح درز را با کاغذ سنباده یا سیم ظرفشویی تمیز کنید.

۲. به درز روغن لحیم بزنید.

۳. هویه را روی درز نگه دارید تا لحیم جریان پیدا کند.

۴. سیم لحیم را در حین گرمادادن درز به آن بزنید، یا قبلاً آن



شکل ۱۱-۶ لب مفتولی کردن.

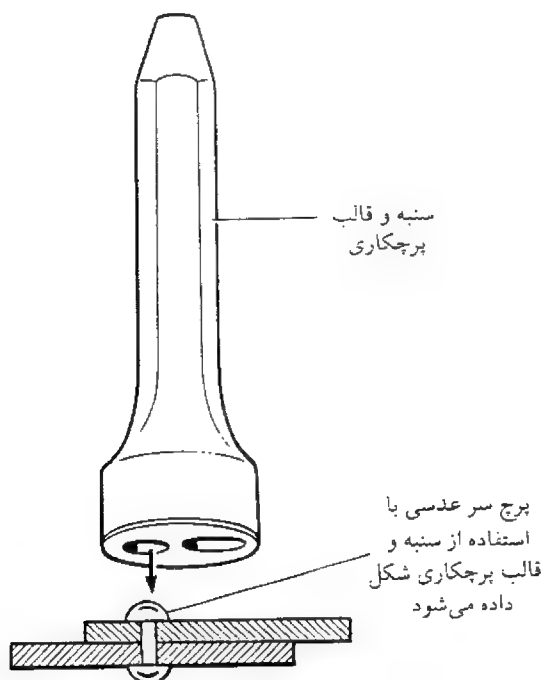
برای شکل دادن پرچ سر عدسی، ته برجسته پرچ باید حدود ۱٫۵ برابر قطر پرچ باشد:

۱. با استفاده از سرگرد چکش، سر پرچ را شکل دهید.

۲. با استفاده از سنبه و قالب پرچکاری (شکل ۶-۱۳) پرچکاری را تکمیل کنید.

در شکل ۶-۱۴ بعضی از معایب متداول در پرچکاری نشان داده شده است. اگر پرچکاری درست انجام نشود، احتمال دارد عیبهای زیر بروز کند:

۱. پارگی، که هنگامی رخ می دهد که پرچها به لبه ورق نزدیک باشند؛
۲. شکافت ورق در امتداد خط پرچکاری، که در صورتی پدید می آید که پرچها خیلی به هم نزدیک باشند.
۳. بریدن پرچ، که در صورت میزان نبودن سوراخها یا بیش از حد کوچک بودن آنها رخ می دهد.
۴. خم شدن پرچ، که در صورت خیلی بلند بودن پرچ رخ می دهد.



شکل ۶-۱۳ طرز استفاده از سنبه و قالب پرچکاری.

را به قطعات کوچک تقسیم کنید و آنها را در طول درز قرار دهید.

۵. هویه را آهسته در طول درز جابه جا کنید.

سر هویه را بیش از حد داغ نکنید؛ در غیر این صورت آب بندی آن خراب می شود.

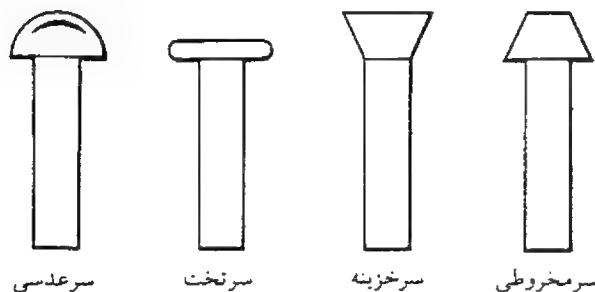
در لحیمکاری غیرمستقیم، ابتدا قطعاتی را که باید متصل شوند قلع کاری می کنند؛ سپس آنها را به هم می چسبانند و گرما می دهند.

پرچکاری

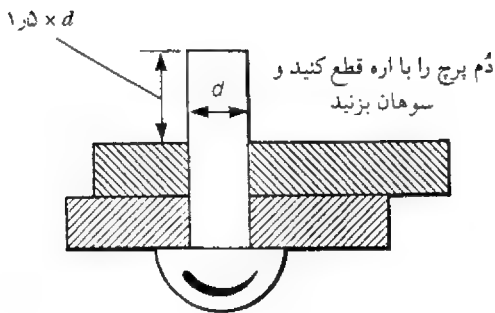
با پرچکاری می توان قطعات مختلفی را که از طریق ورقکاری ساخته شده اند، به طور دائمی به هم متصل کرد. امروزه جوشکاری و لحیمکاری تا حد زیادی جای پرچکاری را گرفته اند، اما پرچکاری هنوز هم در کارگاههای آموزشی متداول است. پرچ را از فلزات چکش خوار، به شکلهای مختلف، می سازند (شکل ۶-۱۲). پرچ سر عدسی از همه پرچها متداولتر است.

برای پرچکاری باید پرچ مناسب انتخاب کنید: قطر پرچ نباید از ۱٫۵ برابر ضخامت ورقهایی که به هم متصل می شوند بیشتر باشد. پرچکاری به ترتیب زیر انجام می شود:

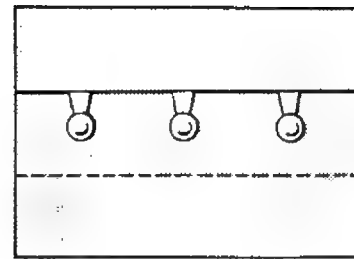
۱. ورقها را، برای پرچکاری، با مته سوراخ کنید.
۲. پلیسه های ایجاد شده را بگیرید.
۳. پرچ را در سوراخ قرار دهید.
۴. سر پرچ را روی قطعه ای فلز نرم قرار دهید.
۵. با کف تخت چکش، ضربه های ملایمی به ته پرچ بزنید.



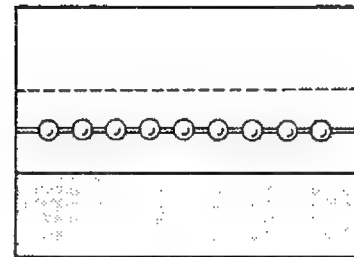
شکل ۶-۱۲ انواع پرچ.



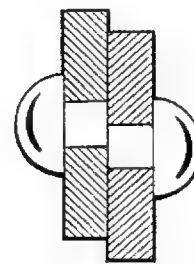
شکل ۶-۱۵ دُم پرچی که درست اره و سوهانکاری شده است.



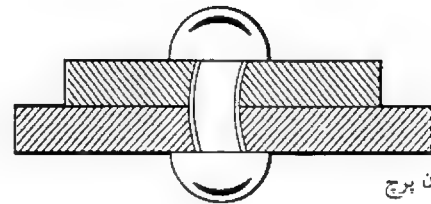
پارگی



شکافت



بریدن پرچ



خم شدن پرچ

شکل ۶-۱۴ عیبهای متداول در پرچکاری.

هرگز ته پرچ را با انبردست یا ابزاری شبیه به آن کوتاه نکنید؛ پرچ را اره کنید و سوهان بزنید تا خم نشود (شکل ۶-۱۵).

ایمنی در کارگاه ورقکاری

▲ در هنگام ورقکاری مراقب باشید؛ لبه‌های تیز ورق بسیار خطرناک‌اند.

در کارگاه ورقکاری، همواره مقررات ایمنی زیر را رعایت کنید:

۱. ورق را با احتیاط بسیار زیاد جابه‌جا کنید.
۲. لباس محافظ بپوشید. در هنگام انجام عملیاتی مانند خمکاری و لب‌مفتولی کردن دستکش دست کنید.
۳. قطعات نوک‌تیز فلزی را در اطراف رها نکنید.
۴. روغن‌لحیم فعال خاصیت اسیدی دارد. وقتی به روغن‌لحیم نیاز ندارید، آن را کنار بگذارید. در هنگام لحیمکاری از عینک ایمنی، دستکش و پیش‌بند چرمی استفاده کنید تا صدمه نبینید.
۵. هوئه داغ را در محل امنی قرار دهید تا دچار سوختگی نشوید.

■ مرور مطالب این فصل

- پیش از بریدن و شکل دادن ورق باید الگوی گسترده آن را تهیه کنید.
- برای انجام هر کار از ابزار مناسب برای آن کار استفاده کنید.
- از سندانهای ورقکاری برای خمکاری، شکلدهی و اتصال ورق استفاده می‌شود. مثلاً از سندان نیم‌گرد برای برگرداندن لبه قطعه‌های دایره‌ای و از سندان لب‌برگردان برای برگرداندن لبه با زاویه بیشتر از ۹۰° استفاده می‌شود.
- برای متصل کردن لبه‌ها می‌توان از درزهای خشکه‌بند، پرچکاری یا لحیمکاری استفاده کرد.
- انتخاب نوع درز تا حدودی به نوع کار بستگی دارد. مثلاً

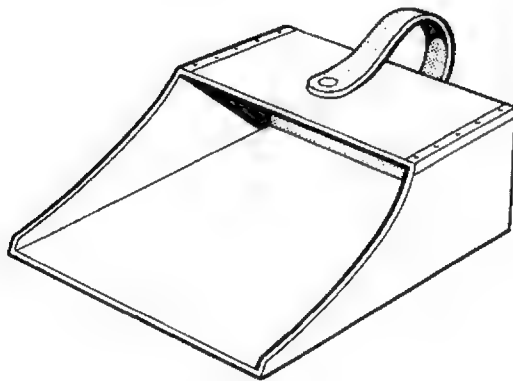
۵. نحوه لحیمکاری درز لب بر لب را با استفاده از هویه شرح دهید.

۶. سه عیب متداول در پرچکاری را، با رسم شکل، شرح دهید.

۷. به کمک مربی خود پروژه های زیر را انجام دهید.

الف) یک آپاش با گنجایش تقریبی ۲ لیتر طراحی کنید و آن را بسازید. برای ساخت آپاش از ورق آهن سفید (گالوانیزه) استفاده کنید و درزهای آن را پرچکاری، لحیمکاری یا زردجوشکاری کنید.

ب) با استفاده از ابعاد دلخواه و ماده ای مناسب، وسیله نشان داده شده در شکل ۱۶-۶ را بسازید. پیش از شکل دادن آن، نحوه گسترش قطعه را نشان دهید.



شکل ۱۶-۶ پروژه ۲.

برای ایجاد و درز آب بندی بهتر است از درز کشویی استفاده کنید.

• اگر درز خشکه بند نیست (مانند درز لب بر لب یا درز لب بر لب خزینه) باید آن را پرچ یا لحیم کنید.

• پرچکاری فرایندی برای اتصال دائمی قطعات است و در آن از یک مفتول فلزی چکش خوار به نام پرچ استفاده می شود.

• برای به دست آوردن نتایج رضایت بخش، روشهای مختلف ایجاد اتصال را درست اجرا کنید.

تمرین و پرسش

۱. درز خشکه بند چیست؟ این درزها، نسبت به درزهای غیر خشکه بند، چه مزیتی دارند؟

۲. نحوه ایجاد درز پیچکی آب بندی را شرح دهید.

۳. درزهای زیر را که در ورقکاری کاربرد دارند توصیف کنید:

الف) پیچکی ب) خشکه بند ج) لب بر لب خزینه
با رسم شکل جواب دهید.

۴. نحوه آماده سازی لبه مفتولی را با ترسیم شکل شرح دهید.

فلزکوبی

مقدمه

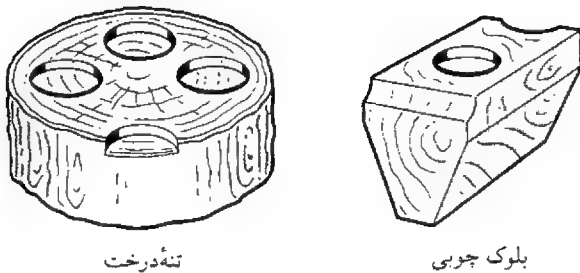
فلزکوبی عبارت است از شکل دادن ورق نازک با استفاده از چکش غیرفلزی یا چکش فلزی. فرایندهای فلزکوبی در کارگاههای آموزشی چندان متداول نیستند، اما آشنایی با این فن قدیمی فلزکاری و کسب مهارت در آن، به هنرجو کمک زیادی خواهد کرد. در بخش اول این فصل به بحث در مورد فلزکوبی می‌پردازیم و در بخش دوم با زردجوشکاری و لحیم نقره آشنا می‌شویم؛ از این دو فرایند برای اتصال قطعات تولید شده به روش فلزکوبی استفاده می‌شود.

ابزارها و تجهیزات

ابزارها و تجهیزات مورد استفاده در فلزکوبی را می‌توان به آسانی در بخشهای دیگر کارگاه فلزکاری یافت، اما ابزارهای خاص فلزکوبی عبارت‌اند از: بلوک چوبی یا کیسه شن، سندان و چکش.

بلوک چوبی تکه‌ای از تنه درخت است که بریده شده و برای کاسگری (شکل ۷-۱) به کار می‌رود. در کارگاه آموزشی می‌توانید قطعه چوبی کوچکی را به گیره ببندید و از آن استفاده کنید. چکش‌کاری در امتداد تار چوب انجام می‌شود تا چوب شکاف بر ندارد. اگر بلوک چوبی در اختیار ندارید می‌توانید از کیسه شن استفاده کنید.

شکل دادن فلز به کمک سندان انجام می‌شود (شکل ۷-۲). بعضی از این سندانها را می‌توان در کارگاه فلزکاری ساخت. انواع متداول آن عبارت‌اند از سندان بالاکشی، و خرک و سندان. کف سندانها را باید تمیز نگه دارید تا زبری آن سبب صدمه دیدن قطعه کارها نشود. سندانهای فلزکوبی را به گیره می‌بندند یا در مقر ابزار سندان آهنگری قرار می‌دهند.



تنه درخت

بلوک چوبی

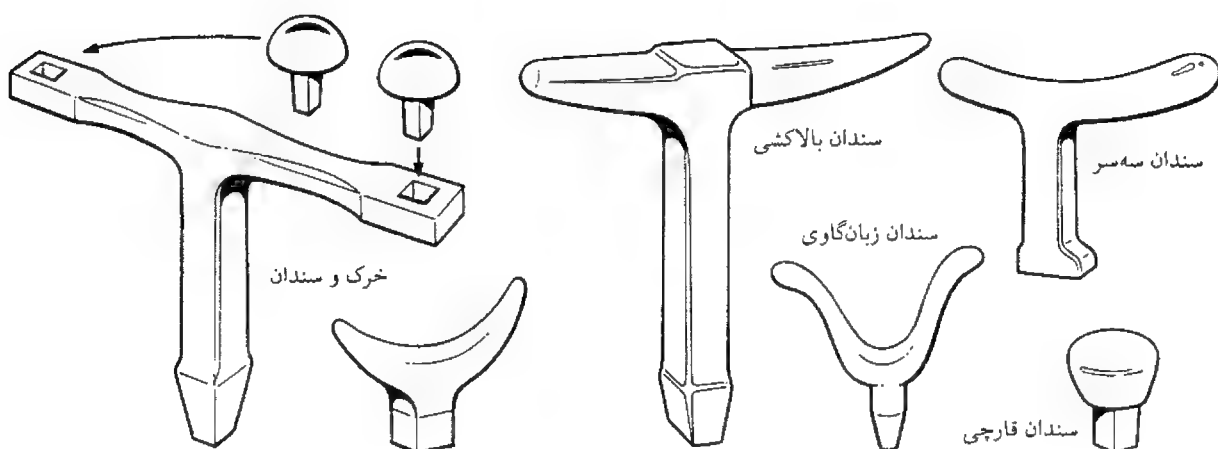
شکل ۷-۱ بلوکهای چوبی.

در شکل ۷-۳ چکشهای مورد استفاده در فرایندهای فلزکوبی مختلفی که در ادامه همین فصل شرح داده می‌شوند نشان داده شده است. برای کسب بهترین نتیجه، باید برای هر فرایند چکش مناسب انتخاب کنید.

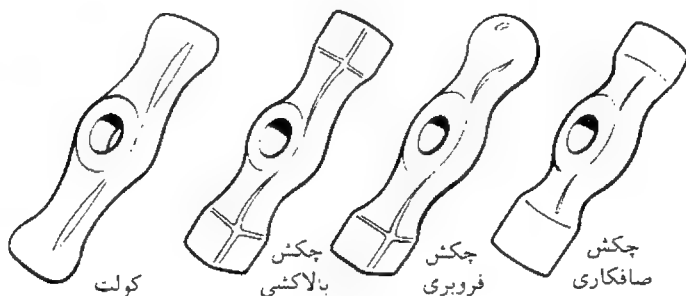
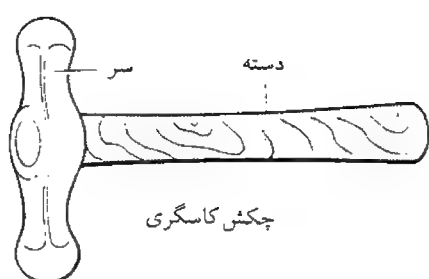
توصیه می‌شود که قبل از چکش‌کاری و پس از چکش‌کاری، فلز را تمیز و نرم کنید. پس از گرم کردن قطعات فلزی، آنها را اسیدشویی می‌کنند (یعنی در حمام اسید فرو می‌برند). حمام اسید باید به منبع آب تمیز نزدیک باشد. حمام اسید معمولاً حاوی مخلوطی از اسید سولفوریک و اسید نیتریک است، اما در کارگاههای آموزشی استفاده از اسید سولفوریک رقیق توصیه می‌شود. اگر از حمام گرم استفاده می‌کنید باید آن را در محلی قرار دهید که بتوان بخارهای تولید شده را از کارگاه خارج کرد.

اسیدشویی به ترتیب زیر انجام می‌شود:

۱. قطعه را به مدت چند دقیقه در حمام اسید قرار دهید.
۲. پس از گذشت چند دقیقه، آن را بیرون بیاورید و با آب تمیز بشوید.
۳. قطعه را خشک و تمیز کنید.



شکل ۲-۷ انواع سندان در فلزکوبی.



شکل ۲-۳ انواع چکش.

اشیایی مانند کاسه و سینی به کار می‌رود. از این فرایند برای ساختن قطعات کم عمق استفاده می‌کنند، به طوری که فلز در حین چکش کاری زیاد کشیده نشود. فرایند کاسگری به ترتیب زیر انجام می‌شود:

۱. پولکی از ورق به شکل و اندازه مناسب برش دهید.
۲. آن را روی بلوک چوبی یا کیسه شن چرمی نگه دارید.
۳. چکش کاری را از لبه‌های قطعه شروع کنید و به سمت وسط بروید.
۴. قطعه را بچرخانید و چکش کاری را در سرتاسر محیط آن

▲ در هنگام استفاده از حمام اسید مراقب باشید، زیرا فلزات داغی که در اسید فرو می‌روند سبب غلیان اسید می‌شوند و بخار تولید می‌کنند. با تعبیه درپوش برای حمام اسید، از خود و دیگران محافظت کنید.

با تابکاری فلزی که روی آن کار انجام شده است، می‌توان فلز را نرم کرد.

فرایندهای فلزکوبی

آن دسته از فرایندهای فلزکوبی که برای اجرا در کارگاههای آموزشی مناسب‌اند عبارت‌اند از کاسگری، خشکه‌بندی، بالاکشی، فروبری، صافکاری و صیقل کاری.

کاسگری

کاسگری (شکل ۴-۷) فرایند ساده‌ای است که برای ساختن

برای محاسبه قطر پولک مورد استفاده برای کاسگری باید قطر و عمق قطعه نهایی را با هم جمع کنید. مثلاً برای ساخت کاسه‌ای به قطر ۱۸۰ mm و عمق ۳۰ mm، پولک را باید از مربعی به ضلع ۲۱۰ mm ببرید؛ البته این محاسبه تقریبی است.

انجام دهید.

۵. این فرایند را، روی دایره‌های هم‌مرکز، تکرار کنید.
۶. در حین کاسگری قطعه را تابکاری و اسیدشویی کنید.

فروبری

در فروبری فقط بخشی از ورق را شکل می‌دهند تا، مثلاً، سینی یا بشقاب درست کنند. در این فرایند، فلز فقط در وسط فرو می‌رود و حلقه تختی در پیرامون ورق باقی می‌ماند. برای فروبری از چکش غیرفلزی یا چکش قالب‌زنی استفاده می‌شود (شکل ۵-۷).
مراحل کار به ترتیب زیر است:

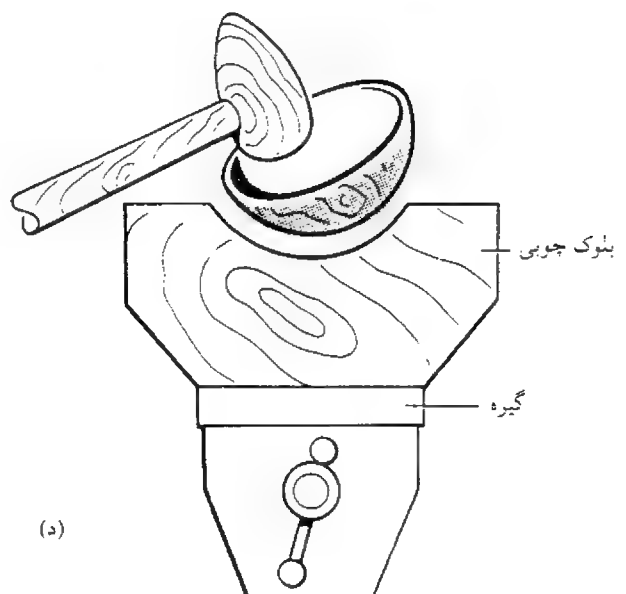
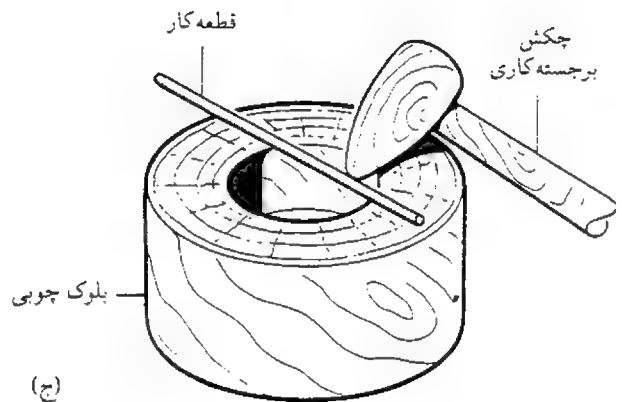
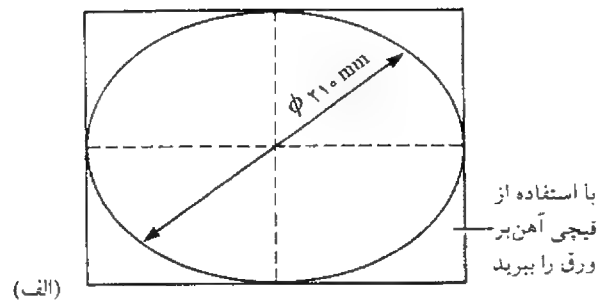
۱. پولکی از ورق به شکل و اندازه مناسب ببرید.
۲. پولک را روی بلوک چوبی زبانه‌دار قرار دهید.
۳. با استفاده از چکش غیرفلزی یا چکش قالب‌زنی به ورق ضربه بزنید.
۴. کف و دوره قطعه را با استفاده از قطعه هموارساز و چکش غیرفلزی هموار کنید.

دقت کنید که کف و دوره قطعه تخت و هموار شوند.

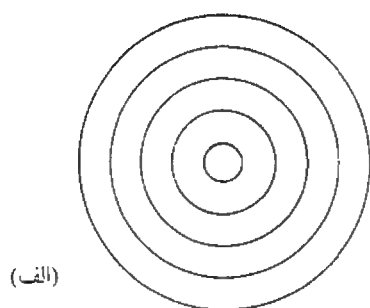
بالاکشی

با استفاده از این فرایند شکل‌های عمیق ایجاد می‌کنند (شکل ۶-۷). در این فرایند فلز منقبض و ضخیم می‌شود. ورق را به هر شکل دلخواه می‌توان بالاکشی کرد. قطعاتی که به این روش ساخته می‌شوند عبارت‌اند از گلدان، جعبه و پارچ.
بالاکشی به ترتیب زیر انجام می‌شود:

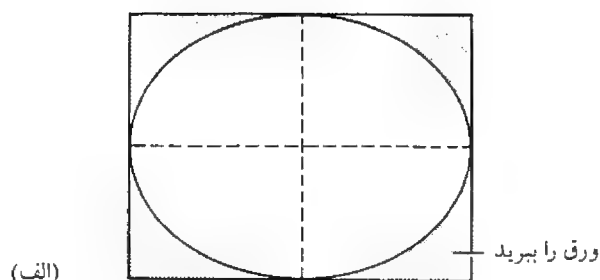
۱. ورق را آماده کنید و با استفاده از مداد دایره‌های هم‌مرکز روی آن بکشید.
۲. ورق را به صورت مایل روی سندان بالاکشی قرار دهید.
۳. ضربه زدن را از وسط شروع کنید؛ دایره‌های هم‌مرکز، راهنمای چکش‌کاری‌اند.
۴. پس از هر مرحله از کار، ورق را تابکاری کنید.
۵. قطعه را صافکاری کنید (دنباله مطلب را ببینید).



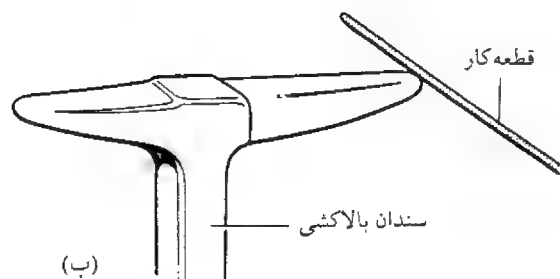
شکل ۲-۷ کاسگری: الف) بریدن پولک به اندازه مناسب؛ ب) شکل و اندازه کاسه؛ ج) چکش‌کاری از لبه؛ د) پرداختکاری کاسه.



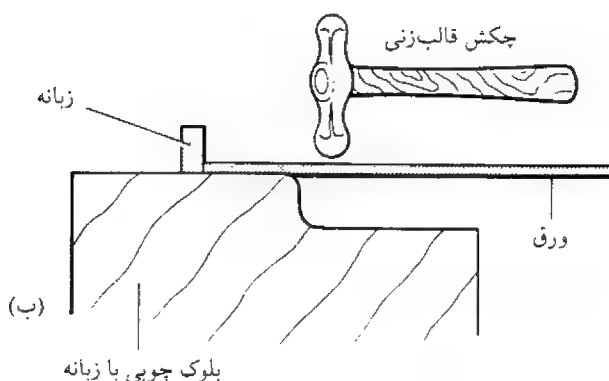
(الف)



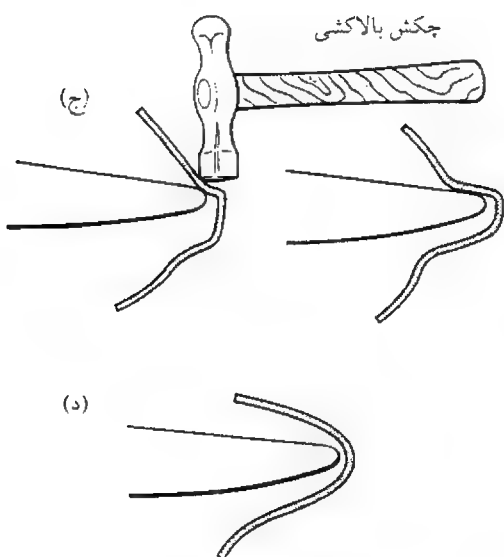
(الف)



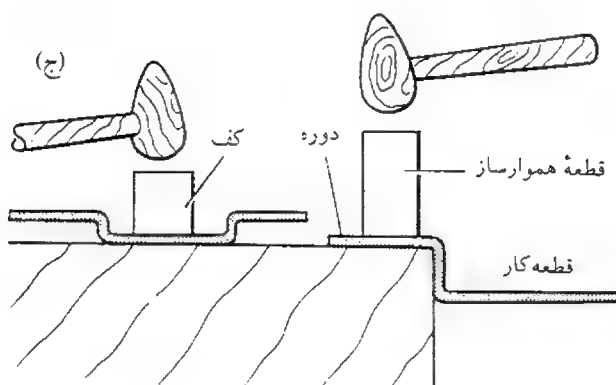
(ب)



(ب)



(ج)



(ج)

(د)

شکل ۵-۷ فروبری. (الف) ورق را به شکلی و اندازه مورد نظر ببرید؛ (ب) پولک را روی بلوک چوبی قرار دهید؛ با استفاده از چکش قالب‌زنی به آن ضربه بزنید؛ (ج) دوره و کف قطعه را صاف کنید.

شکل ۶-۷ بالاکشی: (الف) ورق با دایره‌های هم‌مرکز؛ (ب) قطعه قرار گرفته روی سندان بالاکشی؛ (ج) بالاکشی از وسط؛ (د) مرحله نهایی.

می‌شود، در هنگام اجرای آن باید مراقب باشید.
برای صافکاری:

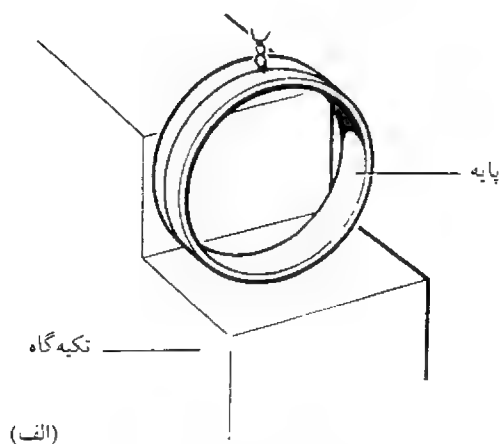
مراقب کیس افتادن و چین خوردن ناخواسته ورق باشید
و از آن جلوگیری کنید.

۱. قطعه کار را روی سندان مناسب قرار دهید.

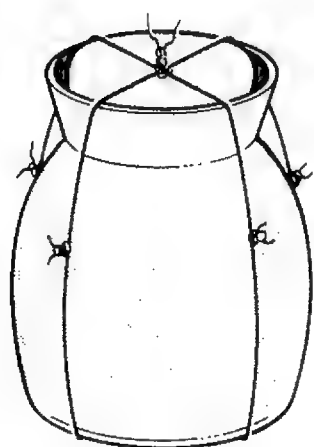
صافکاری

پس از کاسگری، فروبری یا بالاکشی، باید قطعه کار را صافکاری کنید (شکل ۷-۷)، تا فلز سخت شود و کیفیت سطح آن بهبود یابد. برای انجام این عملیات از چکش صافکاری استفاده می‌شود. چون در این فرایند فلز کشیده

با زدن ضربه‌های سبک، از به جا ماندن اثر چکش جلوگیری کنید. چکشها و سندانها را به طور مرتب صیقل‌کاری و چرب کنید تا تمیز بمانند و زنگ نزنند.



(الف)



(ب)

شکل ۷-۸ سیم بندی: (الف) سیم بندی پایه؛ (ب) سیم بندی روی پایه.

کیسه شن بگذارید (شکل ۷-۹).

۲. با استفاده از چکش بالاکشی، ضربه های ملایم به لبه قطعه کار بزنید.

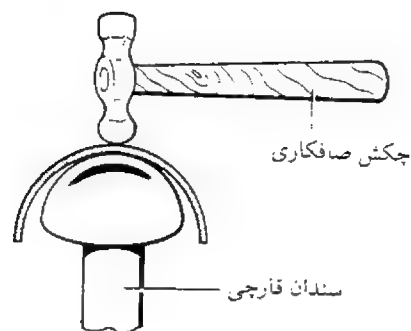
۳. قطعه کار را بچرخانید و دوره آن را مکرراً چکش کاری کنید.

برای جلوگیری از کیس افتادن در قطعه، از زدن ضربه های محکم خودداری کنید.

قلم زنی

در قلم زنی، با استفاده از سنبه های مختلف، نقشه ای روی قطعه ایجاد می کنند. این نقشه ها با استفاده از چکش قلم زنی ایجاد می شود.

روش کار به ترتیب زیر است:



شکل ۷-۲ صافکاری.

۲. با استفاده از چکش صافکاری، همه جای آن را چکش کاری کنید.

اتصال درز لب به لب

پس از چکش کاری معمولاً قطعات را با لحیم نقره به هم متصل می کنند. لحیم نقره و زردجوشکاری را در دنباله همین فصل شرح می دهیم. بعضی از درزها را باید ابتدا سیم بندی کرد (یعنی با یک تکه سیم آنها را مهار کرد) و سپس لحیم کاری یا زردجوشکاری را شروع کرد تا قطعه در نتیجه انبساط تاییدگی پیدا نکند (شکل ۷-۸).

۱. لبه های درز را سوهان بزنید تا آماده شود.

۲. درز را سیم بندی کنید.

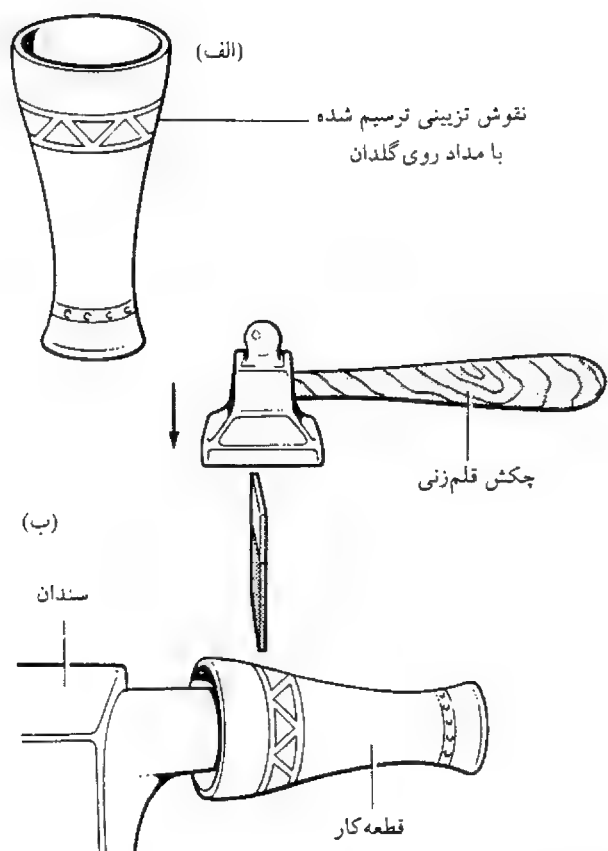
۳. درز را لحیم نقره یا زردجوشکاری کنید.

لبه کوبی

چون ورق مورد استفاده در فلزکوبی نازک است، معمولاً لبه آن ضخیم می شود. در لبه کوبی با استفاده از چکش بالاکشی به لبه قطعه کار ضربه می زنند. در نتیجه لبه کوبی، دوره قطعه محکم می شود. در نتیجه این عمل، هرگاه فرایندهای دیگر (مانند تابکاری) روی قطعه انجام شود، قطعه تاب برنمی دارد. برای متصل کردن قطعاتی که به روش بالاکشی ساخته شده اند، باید ابتدا آنها را لبه کوبی کنید.

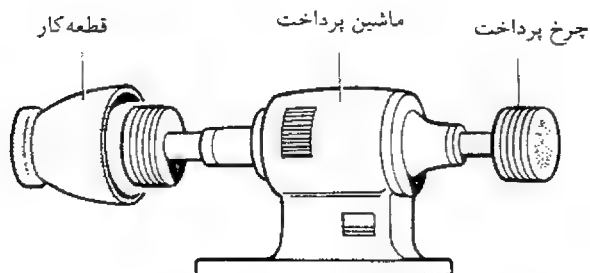
فرایند لبه کوبی به ترتیب زیر انجام می شود:

۱. دوره قطعه را در میله تاکن قرار دهید یا قطعه را روی

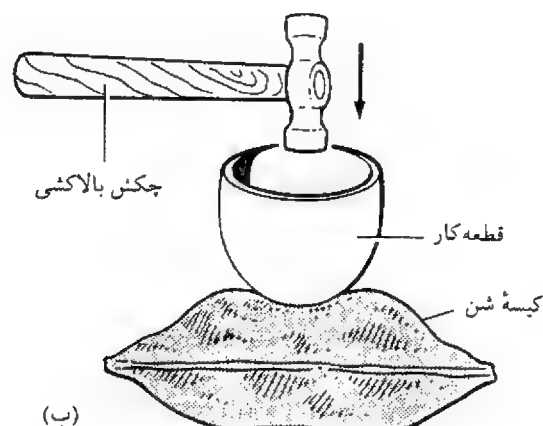
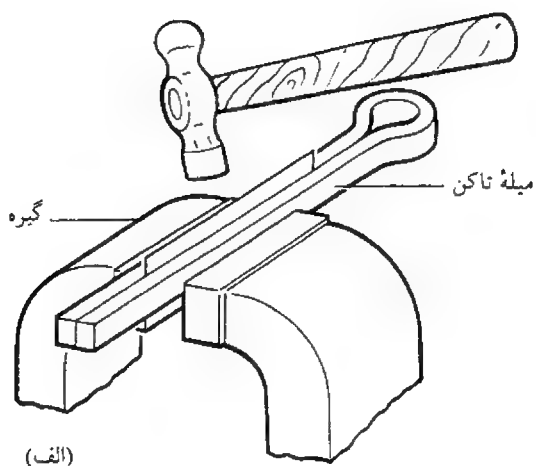


شکل ۷-۱۰ قلم زنی: الف) ترسیم نقشهای تزئینی روی گلدان؛ ب) قلم زنی.

انجام آن باید خیلی دقت کنید. با شابر زدن می توانید زایدات لحیمکاری را بتراشید و برای از بین بردن خراشها باید از سنگ مخصوصی استفاده کنید که برای از بین بردن خراشهای روی قطعه به کار می رود. اما صیقل کاری معمولاً با استقرار قطعه روی چرخ پرداخت انجام می شود (شکل ۷-۱۱). این چرخها روی محورهای چرخان ماشین پرداخت نصب می شوند. متداولترین چرخهای پرداخت را از چلووار



شکل ۷-۱۱ چرخ پرداخت.



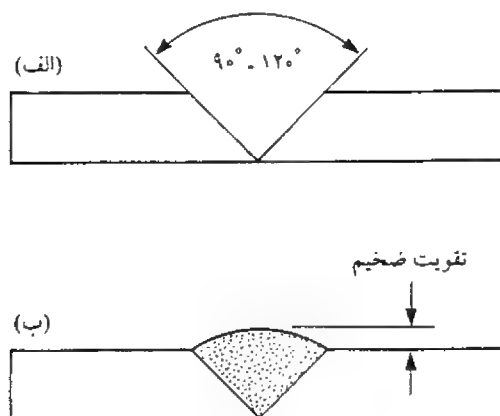
شکل ۷-۹ لبه کوبی: الف) قطعه را در میله تاکن قرار دهید؛ ب) قطعه را روی کیسه شن بگذارید.

۱. روی قطعه نقش تزئینی مورد نظر را که باید قلم زنی شود ترسیم کنید (شکل ۷-۱۰ الف).
۲. قطعه را روی سندان مناسب قرار دهید.
۳. با استفاده از ابزار قلم زنی مناسب، طرح یا نقش را روی قطعه ایجاد کنید (شکل ۷-۱۰ ب).

در هنگام قلم زنی از زدن ضربه های سنگین خودداری کنید؛ در غیر این صورت ممکن است سنبه ورق را سوراخ کند.

صیقل کاری

خراشها یا خشهای ایجاد شده روی سطح قطعه کار را باید به دقت از بین برد. این کار آسانی نیست، بنابراین در هنگام



شکل ۷-۱۲ اتصال لحیم جوشکاری: الف) آماده‌سازی اتصال جناغی؛ ب) اتصال کامل شده.

متصل شوند گرم می‌کنند تا فلز پرکننده ذوب شود و به داخل درز جریان پیدا کند.

در لحیم جوشکاری، در محل درز شکافی تعبیه و آن را با فلز مذاب پر می‌کنند تا، شبیه جوشکاری، پیوند تشکیل شود (شکل ۷-۱۲). در زردجوشکاری اتصال کاملاً کیپ است و مذاب بر اثر موینگی به داخل آن کشیده می‌شود. خاصیت موینگی همان خاصیتی است که سبب می‌شود آب جذب کاغذ شود یا مایع در نی بسیار باریک بالا رود. به همین سبب، اتصالات زردجوش باید فاصله دقیق داشته باشند تا جذب موینگی آسانتر انجام شود. اگر این فاصله بیش از حد کم یا زیاد باشد اتصال ضعیف می‌شود. فاصله‌ای بین ۰.۵ و ۱ میلی‌متر ایده‌آل است (شکل ۷-۱۳).

در زردجوشکاری از فلزات پرکننده مختلفی استفاده می‌کنند؛ این فلزات را مفرغ لحیم نیز می‌نامند. فلزات پرکننده به صورت سیم، مفتول، تسمه یا پودر در دسترس‌اند. آنها را با توجه به فلزاتی که باید متصل شوند، استحکام مورد نظر، طرح اتصال، دسترسی‌پذیری و قیمت، شکل ظاهری و فرایند گرمایش انتخاب می‌کنند.

فلز پرکننده‌ای که در زردجوشکاری به کار می‌رود باید خواص زیر را داشته باشد: بتواند فلزات مینا را «خیس» کند و پیوند محکمی با آنها تشکیل دهد؛ نقطه ذوب مناسب داشته باشد تا به داخل اتصال کشیده شود؛ بتواند اتصال محکم و مقاوم در برابر خوردگی ایجاد کند.

می‌سازند و انواع آن عبارت است از چرخ پرداخت دوحته، برای صیقل‌کاری اولیه و چرخ پرداخت ندوحته برای صیقل‌کاری نهایی.

پولیش را معمولاً به صورت میله تهیه می‌کنند. پولیش از ذرات ساینده‌ای تشکیل می‌شود که در موم قرار گرفته‌اند. وقتی چرخ پرداخت می‌چرخد، پولیش را روی آن فشار می‌دهند و در نتیجه پولیش به سطح قطعه کار منتقل می‌شود. برای صیقل‌کاری قطعه‌ای که قبلاً شابر زده شده است، به ترتیب زیر عمل کنید:

۱. ماشین را روشن کنید.
۲. پولیش را روی چرخ پرداخت بمالید.
۳. قطعه کار را به چرخ پرداخت نزدیک کنید.

صیقل‌کاری قطعه کار چکش‌کاری شده سبب از بین رفتن خراشهای آن نخواهد شد؛ بلکه فقط آنها را بیشتر جلوه می‌دهد.

زردجوشکاری و لحیم نقره

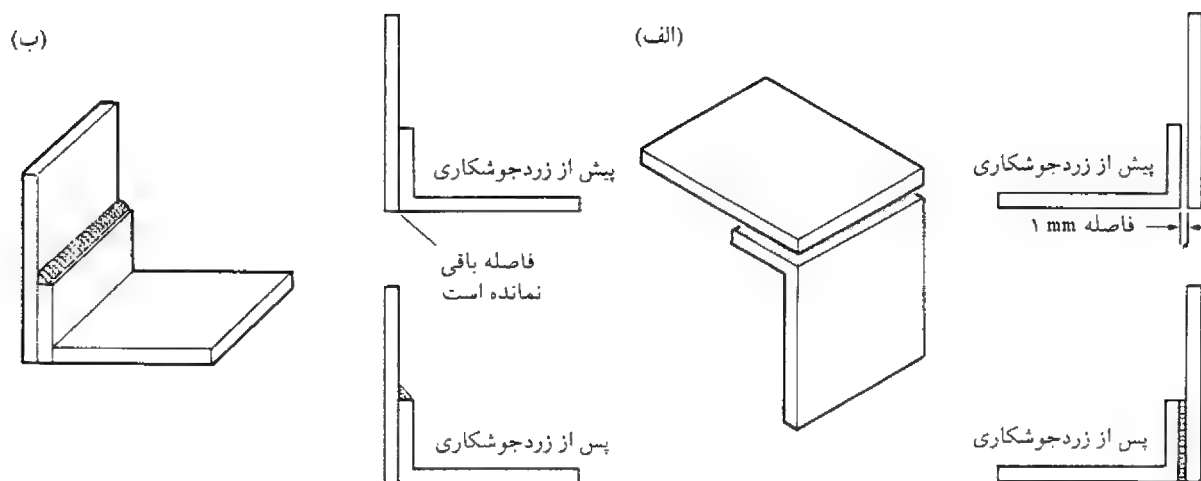
زردجوشکاری و لحیم نقره فرایندهایی برای اتصال فلزات هم‌جنس یا غیرهم‌جنس، از طریق پیوند مایع - جامدند.

این فرایند را پیوند مایع - جامد می‌نامند زیرا در آن سیم جوش (فلز پرکننده) ذوب می‌شود تا فلزات مینا را، که جامد می‌مانند، به هم متصل کند. گاهی این دو فرایند را لحیمکاری سخت نیز می‌نامند.

اصول فرایندهای لحیمکاری و لحیمکاری سخت مشابه است. تنها تفاوت‌های آنها در دمای ذوب و نوع عامل پیوند است. لحیمکاری در دماهای پایینتر از 450°C انجام می‌شود؛ لحیمکاری سخت را در دماهای بالاتر انجام می‌دهند.

زردجوشکاری

زردجوشکاری فرایندی است که در آن فلزاتی را که باید



شکل ۷-۱۳ فاصله در اتصال زردجوش : الف) درست؛ ب) نادرست.

است. این تنکار به خوبی به اتصال می چسبد. تنکار پودری را روی اتصال می پاشند یا نوک سیم جوش را در ظرف محتوی تنکار فرو می برند.

تنکار باید به سرعت در فلز پرکننده حل شود و سیالیت آن را افزایش دهد. تنکار باید از اکسید شدن سطح فلز جلوگیری کند تا فلز پرکننده به داخل درز جاری شود و به فلز بچسبد.

تنکارهای متداول عبارت اند از بوراکس (اسید بوریک)، بوراتها، فلوریدها، فلوئورو بوراتها، کلریدها و قلیاها. بوراکس از همه اینها متداولتر است. از بوراکس برای زردجوشکاری همه فلزات، به استثنای آلومینیم و آلیاژهای آن و آلیاژهای منیزیم، استفاده می شود.

▲ بیشتر تنکارها خورنده اند. وقتی از تنکار استفاده می کنید، فوراً اتصال را بشوید تا باقیمانده تنکار پاک شود. برای زردجوشکاری قطعات الکتریکی از تنکارهای خورنده استفاده نکنید.

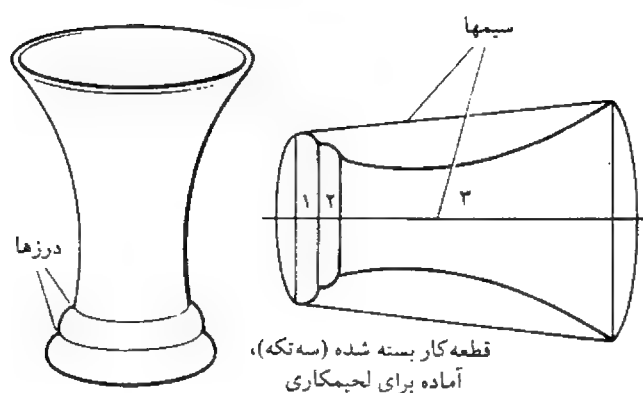
برای زردجوشکاری و لحیم نقره از یک نوع تجهیزات اکسی استیلن استفاده می شود. شعله اکساینده برای زردجوشکاری مناسب است (شکل ۱۰-۱۶). برای زردجوشکاری و لحیم نقره، می توان از کوره زردجوشکاری نیز استفاده کرد.

متداولترین فلز پرکننده برای زردجوشکاری، برنج است که آلیاژ مس با روی است. اگر قطعه بیش از اندازه گرم شود، دود سفیدی تولید می کند (اکسید روی). وقتی این دود استنشاق شود ممکن است مسمومیت روی ایجاد کند؛ بنابراین فرو بردن این دودها خطرناک است. از این نوع فلز پرکننده برای زردجوشکاری و لحیم جوشکاری فولادهای کربنی، چدن، آهن گالوانیزه، مس، آلیاژهای نیکل - مس و برنز سیلیسیم استفاده می کنند.

انواع دیگر فلز پرکننده عبارت اند از آلیاژ آلومینیم - سیلیسیم، برای آلومینیم؛ آلیاژ نیکل، برای فولاد آلیاژی، فولاد زنگ نزن، نیکل و آلیاژهای نیکل - مس؛ آلیاژ طلا، برای فولاد زنگ نزن و نیکل؛ و فسفر - مس، برای مس، برنز سیلیسیم و تنگستن.

تنکارهای زردجوشکاری موادی هستند که برای جلوگیری از تشکیل اکسیدها یا کاهش تشکیل آنها، در هنگام زردجوشکاری یا لحیم جوشکاری به کار می روند. تنکار نمی تواند اکسیدهایی را که قبلاً ایجاد شده اند، یا گرد و خاک، گریس و روغن را پاک کند. بنابراین پیش از ایجاد اتصال، باید سطوح قطعات را کاملاً تمیز کرد.

تنکارها را به صورت پودر، خمیر، مایع، ورق یا حلقه می فروشند. بعضی از آنها با فلز پرکننده مخلوط شده اند و در داخل یا روی آن قرار دارند. تنکار خمیری از همه متداولتر



شکل ۷-۱۴ لحیم نقره.

۱. لزوم از تکیه گاه استفاده کنید.
۲. به محل اتصال تنکار بمالید.
۳. قطعات را گرم کنید.
۴. فلز پرکننده را روی محل اتصال ذوب کنید و صبر کنید تا سرد و منجمد شود.
۵. اتصال را کاملاً تمیز کنید.
۶. روی قطعات و مواد مختلف تمرین کنید تا مهارت شما کامل شود.

مزایای زردجوشکاری و لحیم نقره

در این فرایندها نیازی به ذوب شدن فلزات مبنا نیست، و در مقایسه با جوشکاری در دمای پایتتری انجام می شوند. با گرم کردن قطعات متصل شده به هم می توان آنها را از هم جدا کرد، بدون اینکه صدمه ببینند؛ در نتیجه استفاده مجدد از این قطعات امکانپذیر است. اتصالهای ایجاد شده به اندازه کافی صلب و محکم هستند که در صورت نیاز بتوان آنها را دائمی تلقی کرد. با استفاده از این فرایندها می توان مواد غیرهم جنس را به هم متصل کرد؛ مثلاً سرامیکها را به آسانی می توان به میله هایی از فولاد نرم زردجوشکاری کرد و به عنوان ابزار تراشکاری به کار گرفت. اتصال سریعتر ایجاد می شود. قطعات کمتر صدمه می بینند. تغییرات سریع دما سبب ایجاد تنشهای داخلی می شود؛ با کاهش سرعت گرم کردن و سرد کردن، این اثر کاهش می یابد. قطعاتی با ضخامت متغیر را می توان به هم متصل کرد. اگر قطعات، در هنگام متصل کردن، نامیزان شدند می توان آنها را دوباره میزان کرد.

برای انجام این فرایند باید به ترتیب زیر عمل کنید:

۱. سطوحی را که باید زردجوشکاری شوند تمیز کنید.
۲. فلز پرکننده و تنکار مناسب انتخاب کنید.
۳. قطعات را به دقت آماده کنید و مراقب باشید که کاملاً با هم جفت و جور شوند.
۴. تنکار را به قطعه و فلز پرکننده بمالید.
۵. از طریق «بازی کردن با شعله» (نه با نوک مخروط) سطح قطعه را پیشگرم کنید. بدین ترتیب قطعه به طور یکنواخت گرم می شود.
۶. فلز پرکننده را روی اتصال ذوب کنید تا کاملاً به داخل درز جاری شود.
۷. اتصال و فلز اطراف آن را تمیز کنید تا تنکار یا آشغال روی آن نماند.
۸. این عملیات را تکرار کنید تا مهارت کافی پیدا کنید.

لحیم نقره

این فرایند شبیه زردجوشکاری است و با هدف مشابه نیز انجام می شود. اختلاف بین این دو فرایند در فلز پرکننده مورد استفاده است. فلز پرکننده ای که در فرایند اخیر مصرف می شود، نقره دارد. دو نوع فلز پرکننده متداول در فرایند لحیم نقره عبارت اند از (الف) نقره - کادمیم - روی، که در آن کادمیم و روی می توانند روی چدن جاری شوند و با آن آلیاژ تشکیل دهند؛ (ب) مس - نقره - فسفر، که برای اتصال قطعات مسی، برنجی و برنزی به کار می رود.

تنکارهای مورد استفاده برای لحیم نقره عبارت اند از اسید بوریک (بوراکس)، بوراتها، فلوریدها و فلوئورو بوراتها. این تنکارها به صورت پودر، خمیر یا مایع در دسترس اند. پس از ایجاد اتصال باید فوراً باقیمانده تنکار را از روی قطعه پاک کرد. عملیات لحیم نقره به ترتیب زیر انجام می شود:

۱. سطوحی را که باید متصل شوند، کاملاً تمیز کنید.
۲. قطعات را روی هم سوار کنید (مثلاً می توانید با سیم، مطابق شکل ۷-۱۴، آنها را به هم ببندید). در صورت

■ مرور مطالب این فصل

در فلزکوبی، ورق نازک را با استفاده از چکش غیرفلزی یا چکش شکل می‌دهند. مصنوعات که به این روش تولید می‌شوند عبارت‌اند از گلدان، جعبه، سینی. برای متصل کردن قطعات به هم از فرایندهای زردجوشکاری و لحیم نقره استفاده می‌شود.

● ابزارها و تجهیزات فلزکوبی را با توجه به نوع فرایند یا عملی که باید انجام شود انتخاب می‌کنند.

● برای کاسگری از بلوک چوبی یا کیسه شن استفاده می‌کنند. سندان تکیه‌گاه قطعه کار است.

● چکشهای مورد استفاده در فلزکوبی عبارت‌اند از کولت، چکش کاسگری، چکش بالاکشی، چکش فروبری و چکش صافکاری.

● فلزات را در حمام اسیدشویی تمیز می‌کنند. در هنگام استفاده از حمام اسیدشویی مراقب باشید؛ ممکن است اسید خطرناک باشد.

● فرایندهای متداول فلزکوبی که با استفاده از ابزارها و تجهیزات مختلف انجام می‌شوند عبارت‌اند از کاسگری، فروبری، بالاکشی، صافکاری و لبه‌کوبی. این فرایندها با هم متفاوت‌اند؛ از کاسگری می‌توان برای ساختن کاسه یا سینی استفاده کرد؛ قطعات عمیق (مانند گلدان و قوطی) را با استفاده از فرایند بالاکشی می‌سازند.

● با استفاده از سنبه یا قلم می‌توان روی قطعات ساخته شده نقشهای تزئینی ایجاد کرد. این فرایند را قلم‌زنی می‌نامند.

● فرایندهای زردجوشکاری و لحیم نقره فرایند لحیمکاری سخت تلقی می‌شوند.

● زردجوشکاری فرایند اتصال قطعات فلزی است که در آن فلز پرکننده مذاب بر اثر خاصیت موینگی به داخل درز کشیده می‌شود.

● در لحیم‌جوشکاری شکاف عریضی بین دو قطعه، در محل اتصال، وجود دارد که با فلز پرکننده مذاب پرمی‌شود.

● فلز پرکننده مورد استفاده از زردجوشکاری و لحیم نقره را

گاهی «مفرغ لحیم» می‌نامند.

● متداولترین فلزپرکننده مورد استفاده در زردجوشکاری، برنج است که آلیاژی است از مس و روی.

● فلز پرکننده مورد استفاده برای لحیم نقره در ترکیب خود نقره دارد.

● در هنگام زردجوشکاری یا لحیم نقره از تنکار استفاده می‌کنند تا مانع تشکیل اکسید شود.

● تنکارها نمی‌توانند گرد و غبار، گریس یا روغن را از سطح قطعه کار پاک کنند. بنابراین سطح اتصال را باید قبلاً، به طریق فیزیکی و به طور کامل، تمیز کرد.

● متداولترین تنکار برای زردجوشکاری، بوراکس است.

● اتصالات زردجوش و لحیم نقره را باید بلافاصله پس از ایجاد شست تا دچار خوردگی نشوند.

تمرین و پرسش

۱. فلزکوبی چیست؟

۲. چرا برای فلزکوبی معمولاً فلزات آلومینیم، مس و برنج را انتخاب می‌کنند؟

۳. نحوه استفاده از ابزارهای زیر را شرح دهید:

الف) بلوک چوبی

ب) چکش کاسگری

ج) چکش لبه‌کوبی

۴. در هنگام استفاده از حمام اسیدشویی چه اقدامهای احتیاطی باید به عمل آورد؟

۵. با ترسیم شکل، نحوه انجام فرایندهای زیر را شرح دهید:

الف) کاسگری

ب) فروبری

ج) بالاکشی

د) لبه‌کوبی

۶. نحوه صیقل‌کاری قطعه‌کاری از جنس مس را، در کارگاه آموزشی، شرح دهید.

۷. نحوه سیم‌بندی دو قطعه کار را، پیش از لحیمکاری شرح دهید.

۱۱. با استفاده از ورق برنج یک گلدان بسازید. مراحل کار را نشان دهید.

۱۲. با استفاده از فرایند فروری، یک سینی کوچک طراحی کنید و بسازید که بتوان شمع در آن قرار داد.

۱۳. دو قطعه کار آماده کنید و با استفاده از روش سیم‌بندی، آنها را به هم زردجوشکاری کنید.

۸. تفاوت بین زردجوشکاری و لحیم نقره را به اختصار بیان کنید.

۹. در هنگام انتخاب فلز پرکننده برای زردجوشکاری، چه عاملهایی را باید در نظر گرفت؟

۱۰. پنج مزیت زردجوشکاری و لحیم نقره را، نسبت به جوش اکسی‌استیلن (کاربید) شرح دهید.



حفاظت سطح

مقدمه

مصنوعات تولید شده در کارگاه فلزکاری را می‌توان طوری تکمیل کرد که از سطح آنها حفاظت شود و جلوه‌ی ظاهری آنها بهبود یابد. قطعه‌ای که با بی‌دقتی تکمیل شده باشد، نه تنها در نظر مصرف‌کننده جذاب نیست، بلکه ممکن است عمر آن هم بر اثر اکسایش کاهش یابد. فرایندهای تکمیلی که در کارگاه می‌توان انجام داد، عبارت‌اند از صیقل‌کاری، لاک‌زنی، آبی‌کاری، رنگ‌کاری، آندی کردن و آب‌فلزکاری.

فرایندها

صیقل‌کاری

فلزات را می‌توان با استفاده از ساینده‌هایی چون سنباده یا کاغذ سنباده «تر و خشک» در کارگاه آموزشی صیقل زد. همیشه باید ابتدا سنباده‌ی زیر به کار ببرید و پس از آن از سنباده‌ی نرم استفاده کنید. برای صیقل‌کاری فلزات غیرآهنی به ترتیب زیر عمل کنید:

۱. خراشها را با استفاده از شابر یا سوهان حذف کنید.
۲. با کاغذ سنباده‌ی نرم سنباده بزنید.
۳. قطعه را روی ماشین پرداختکاری تکمیل کنید.
۴. آن را با پنبه‌ی بهداشتی یا پارچه‌ی تمیز، پاک کنید.

در هنگام چرخش چرخ پرداخت، قطعه‌کار را به آن فشار دهید؛ ممکن است ماشین پرداختکاری قطعه را بپايد.

▲ صیقل‌کاری ممکن است خطرناک باشد، بنابراین در هنگام صیقل‌کاری مقررات ایمنی را رعایت کنید: عینک ایمنی بزنید؛ دستکش دست کنید؛ در صورت لزوم قطعه‌کار را با گیره‌ی دستی نگه دارید.

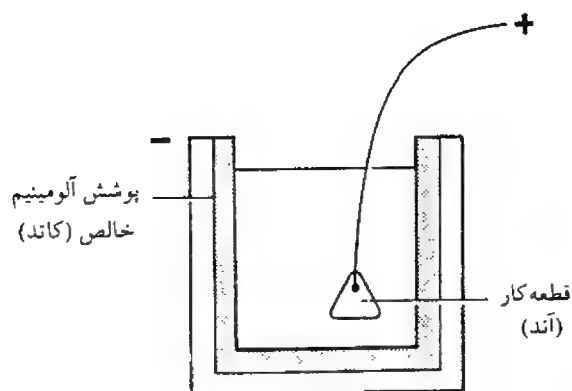
لاک‌زنی

ورنی یا لاک را به سطح صیقل خورده‌ی فلز می‌زنند تا از آن محافظت کنند. لاک را با قلم‌مو به سطح قطعه می‌زنند یا روی آن می‌پاشند؛ گاهی نیز قطعه را در لاک فرو می‌برند. عملیات لاک‌زنی به ترتیب زیر انجام می‌شود: تمیزکردن قطعه؛ گرم کردن آن در کوره به منظور چربی‌زدایی؛ زدن لاک یا ورنی به قطعه و سپس انتظار کشیدن برای سرد شدن آن.

اگر برای لاک‌زنی از قلم‌مو استفاده می‌کنید، مراقب باشید که قلم‌مو بیش از اندازه لاک به خود نگیرد، زیرا ممکن است ضخامت قشر لاک روی سطح یکنواخت نشود.

آبی‌کاری

آبی‌کاری عبارت است از گرم کردن فلز تا زمانی که قشر اکسید آبی رنگی روی سطح صیقل خورده‌ی آن ایجاد شود. پس از ایجاد این قشر، قطعه را در روغن سرد می‌کنند تا پوششی محافظ روی آن تشکیل شود. قطعه‌ی آبی‌کاری شده جذابتر و سخت‌تر از قطعه‌ی صیقل خورده است و در برابر خوردگی نیز مقاومت می‌کند. آبی‌کاری به ترتیب زیر انجام می‌شود:



شکل ۸-۱ آندی کردن.

مختلف ایجاد کرد.

برای آندی کردن از الکترولیتهایی مانند اسید کرومیک و اسید سولفوریک استفاده می کنند.

با آندی کردن نمی توان خراشهای سطح قطعه را پنهان کرد. این خراشها را باید با شابرزدن یا صیقل کاری از بین ببرید.

آب فلزکاری

با استفاده از این فرایند می توان فلزی گرانبها را، به کمک جریان الکتریسته ای که از الکترولیت می گذرد، روی سطح فلز دیگری رسوب داد. فلزات مورد استفاده معمولاً عبارت اند از کروم، نیکل، مس و کادمیم. قطعاتی که معمولاً آب فلزکاری می شوند عبارت اند از شیرآلات حمام و لوازم آشپزخانه. الکترولیتها را در ظرفهای جدنی مخلوط می کنند. در شکل ۸-۲ اساس کار فرایند آب مس کاری نشان داده شده است:

۱. قطعه را چربی گیری و تمیز کنید.
۲. آن را در جای کاتد قرار دهید و فلزی را که باید روی آن بنشیند (در این مورد، مس) آند قرار دهید.
۳. جریان الکتریسته را به حمام الکترولیز متصل کنید.

وقتی محلول تجزیه می شود، فلز (یعنی مس) روی سطح قطعه رسوب می کند.

۱. قطعه را صیقل کاری کنید.

۲. آن را در کوره یا روی اجاق گرم کنید تا قشر آبی ظاهر شود.

۳. قطعه را از کوره بیرون بیاورید و آن را در روغن سرد کنید.

رنگ کاری

رنگ کاری با استفاده از رنگهای سلولوزی یا رزینی، نه تنها سبب زیبایی قطعه کار می شود، بلکه قطعه را در برابر خوردگی نیز مقاوم می کند. برای کسب نتایج خوب باید خیلی در این کار مهارت داشت. رنگ را می توان با قلم مو مالید یا با پیستوله پاشید، اما از رنگ پاشی نتایج بهتری عاید می شود. راه دیگر رنگ کاری فروبردن قطعه کار در رنگ است.

۱. با چربی گیری و حذف پوسته های سطحی، قطعه کار را تمیز کنید.

۲. لایه نازکی از رنگ روی سطح قطعه بنشانید.

۳. قطعه را به قلابی که از قبل آماده کرده اید بیاورید و صبر کنید تا خشک شود.

▲ وقتی از رنگ استفاده نمی کنید، در قوطی رنگ را محکم ببندید. پیش از استفاده و پس از استفاده از قلم مو، آن را با تربانتین تمیز کنید. مراقب استنشاق بخار رنگ باشید؛ در هنگام رنگ پاشی ماسک بزنید.

آندی کردن

آندی کردن فرایندی الکترولیزی است (شکل ۸-۱)، که در آن قشر اکسید روی قطعات آلومینیمی ضخیم می شود. این فرایند مزایایی به شرح زیر دارد:

۱. زمینه مناسبی برای رنگ کاری ایجاد می کند.
۲. جنبه تزئینی دارد.
۳. قشر ایجاد شده در برابر خوردگی مقاوم است.

به کمک این فرایند می توان قشر اکسید آلومینیم به رنگهای

برابر خوردگی نیز مقاوم است.

● آندی کردن فرایندی الکترولیزی است، که در آن قشر اکسید روی سطح قطعات آلومینیمی ضخیم می‌شود. با انجام این فرایند زمینه مناسبی برای رنگ‌کاری قطعه ایجاد می‌شود. این قشر در برابر خوردگی مقاوم است و پوششی عایق به شمار می‌رود.

● درآب فلزکاری، «فلزات پست» را، در حمام الکترولیز، با فلزی گرانبها پوشش می‌دهند.

● در لعابکاری، قطعاتی مانند ظروف آشپزخانه و بشقابهای غذاخوری را با رنگهای مخصوصی پوشش می‌دهند که پس از پخته شدن در کوره، سطحی براق پیدا می‌کنند.

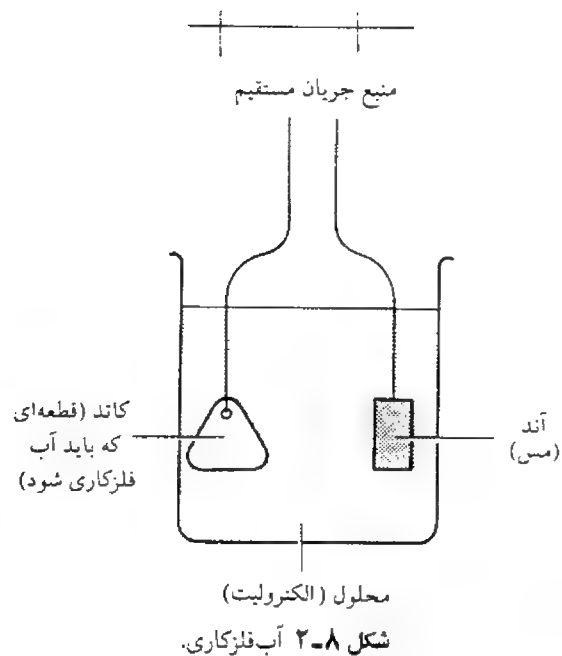
● برای حفاظت از سطح قطعات فلزی از فرایندهای مختلفی استفاده می‌کنند که انتخاب آنها تابع نوع فلز، نوع قطعه و کیفیت سطح مطلوب است. تنها با تمرین مکرر است که می‌توان در انجام این کارها مهارت پیدا کرد.

تمرین و پرسش

۱. چرا باید سطح قطعات فلزی را تکمیل کرد؟
۲. نحوه صیقل‌کاری گلدانی برنجی را که با چکش‌کاری ساخته شده است شرح دهید.
۳. تفاوت بین لاک‌زنی و رنگ‌کاری را بیان کنید.
۴. الف) مزایای آندی‌کردن را شرح دهید.
- ب) دو الکترولیت مورد استفاده برای آندی‌کردن را نام ببرید.
۵. مراحل آبی‌کاری قطعات فلزی را شرح دهید.
۶. الف) سه روش متداول رنگ‌کاری را نام ببرید.
- ب) فرایندهای مورد استفاده در این سه روش را شرح دهید.

ج) کدام روش از همه بهتر است؟

۷. قاشق جای نشان داده شده در شکل ۸-۳ از فولاد نرم ساخته شده است و می‌خواهیم آن را آب‌مس بدهیم. قاشق را (با ابعادی که خودتان انتخاب می‌کنید) بسازید و آن را آب‌مس بدهید. در صورت نیاز از مربی خود کمک بگیرید.



لعابکاری

ظروف آشپزخانه، بشقابهای غذاخوری، قطعات ماشین‌آلات و اتصالات را غالباً لعابکاری می‌کنند. با لعابکاری مقاومت قطعات در برابر اسیدها و روغن‌ها افزایش می‌یابد. در این فرایند سطح قطعه را با رنگ مخصوصی می‌پوشانند و آن را در کوره می‌پزند. سطح قطعات لعابکاری شده، سخت و براق است.

■ مرور مطالب این فصل

- صیقل‌کاری شامل استفاده از مواد ساینده (مانند سنباده) روی سطحی است که باید صیقل زده شود. برای کسب نتیجه بهتر، ابتدا از سوهان و شابر استفاده کنید و سپس چرخ پرداخت‌کاری را به کار بگیرید.
- در لاک‌زنی، لاک یا ورنی را روی سطح صیقل خورده می‌زنند. این عمل با استفاده از قلم‌مو، پاشیدن یا فرو بردن انجام می‌شود.
- قطعه صیقل خورده را آبی‌کاری می‌کنند؛ به این منظور قطعه را گرم می‌کنند تا به دمای مناسب برسد، سپس آن را سرد می‌کنند.
- برای رنگ‌کاری قطعه کار، از قلم‌مو یا پیستوله استفاده می‌شود. با رنگ‌کاری، قطعه ظاهر جذابی پیدا می‌کند که در

(سینی را باید با ابعاد مناسب، از ورق آلومینیم، بسازید).



شکل ۸-۴ پروژه ۴: سینی.



شکل ۸-۳ پروژه ۳: قاشق چای.

۸. سینی نشان داده شده در شکل ۸-۴ را صیقل کاری کنید.

طراحی و گرافیک

راه برداشتن این مانع را مشکل‌گشایی می‌نامند، که اساس آن همان اساس طراحی است.

بنابراین طراحی تکلیفی شامل تصمیم‌گیری در این مورد است که تکلیف را چگونه باید انجام داد و تصمیمهای گرفته شده را چگونه باید عملی کرد.

گذشته از آنکه هرکس به نوعی طراح است، بعضی از مردم هم طراح حرفه‌ای هستند. حال می‌خواهیم با بعضی از طراحان حرفه‌ای آشنا شویم.

طراح صنعتی انواع قطعات و وسایل را برای تولید انبوه طراحی می‌کند. طراح معماری، ساختمان، خانه یا شهر طراحی می‌کند. طراح هنری مبلمان و پارچه طراحی می‌کند. طراح مد همه نوع پوشاک طراحی می‌کند. طراح داخلی تزئینات داخلی خانه‌ها و ساختمانهای دیگر را طراحی می‌کند. طراح گرافیک صورتهای مختلف ارتباط دیداری، شامل تبلیغ و بسته‌بندی را طراحی می‌کند.

به رغم تخصصی بودن کارهای مختلف طراحی، در همه آنها از اصول پایه مشترکی استفاده می‌شود. با وجود این، مثالها و تصاویر اصول و فرایندهای طراحی در این فصل به طراحی محصول مربوط اند.

فرایندها (فعالیتها)ی طراحی

فعالتهای اصلی طراحی و ساخت مستلزم مهارت و برخورد مسئولانه، هم از جنبه شخصی و هم با ماهیت گروهی است. ممکن است از هنرجویان خواسته شود که برای مسائل مختلف، که جنبه عام یا خاص دارند، پاسخهای فردی پیدا کنند. هنرجو، در یافتن راه‌حلهای، باید تصمیمهای طراحی

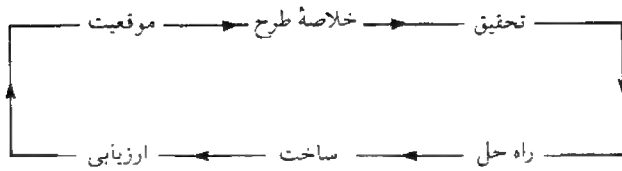
مقدمه

در این فصل مفهوم طراحی و نحوه استفاده از آن برای حل مشکلات انسان را شرح می‌دهیم. راههای مختلف شناسایی یک ایده طراحی در موقعیت مفروض، تحلیل، تحقیق، تکمیل و انتقال آن به دیگران، به کمک گرافیک، نیز در همین فصل توصیف می‌شود. رهنمودهایی نیز در مورد طرح‌ریزی و سازمان‌دهی منابع، ساخت محصول و آزمودن آن، اصلاح و ارزیابی حاصل کار ارائه می‌شود. اصول پایه و فنون نقشه‌کشی هندسی فنی نیز در این فصل گنجانده شده است.

هنر طراحی (مشکل‌گشایی)

طراحی، راهبردی برای مشکل‌گشایی است؛ فرایندی است برای یافتن راه‌حل مشکلات مختلفی که در زندگی روزمره با آنها روبه‌رو می‌شویم. طراحی متضمن طرح‌ریزی، تهیه نقشه، مرتب‌سازی و انتخاب است. هرکس می‌تواند به حق مدعی شود که طراح است، زیرا همه این فعالیتها بخشی از مشکل‌گشایی است. در زندگی روزمره همواره در حال تصمیم‌گیری برای طرح‌ریزی فعالتهای روزانه خود هستید: انتخاب لباسی که باید بپوشید، مرتب کردن اتاق خود، انتخاب غذایی که می‌خواهید بخورید، انتخاب مسیر برای رفت و آمد به مدرسه یا جاهای دیگر، تغییر دادن این تصمیمها برای انطباق با میل و سلیقه خود و غیره.

همه این فعالیتها نوعی مشکل‌گشایی هستند. اصلی که در همه آنها نهفته این است که شما چیزی را می‌خواهید، اما هیچ راه فوری برای دسترسی به آن وجود ندارد. به عبارت دیگر، هدفی دارید که می‌خواهید به آن برسید، اما مانعی بر سر راه شما هست که باید ابتدا بر آن غلبه کنید. فرایند از سر



شکل ۹-۱ فرایند طراحی و ساخت.

مشکل ممکن است در خانه، در محیطهایی مانند مدرسه، بیمارستان، پارک، نواحی روستایی یا صنعتی مطرح شود. این مشکل ممکن است در مورد نحوه گذراندن اوقات فراغت، مثلاً بازی و ورزش باشد یا به سالمندان، بیماران یا معلولان مربوط شود. در شکل ۹-۲ مشکل نمونه‌ای که قصد بررسی آن را داریم، نشان داده شده است.

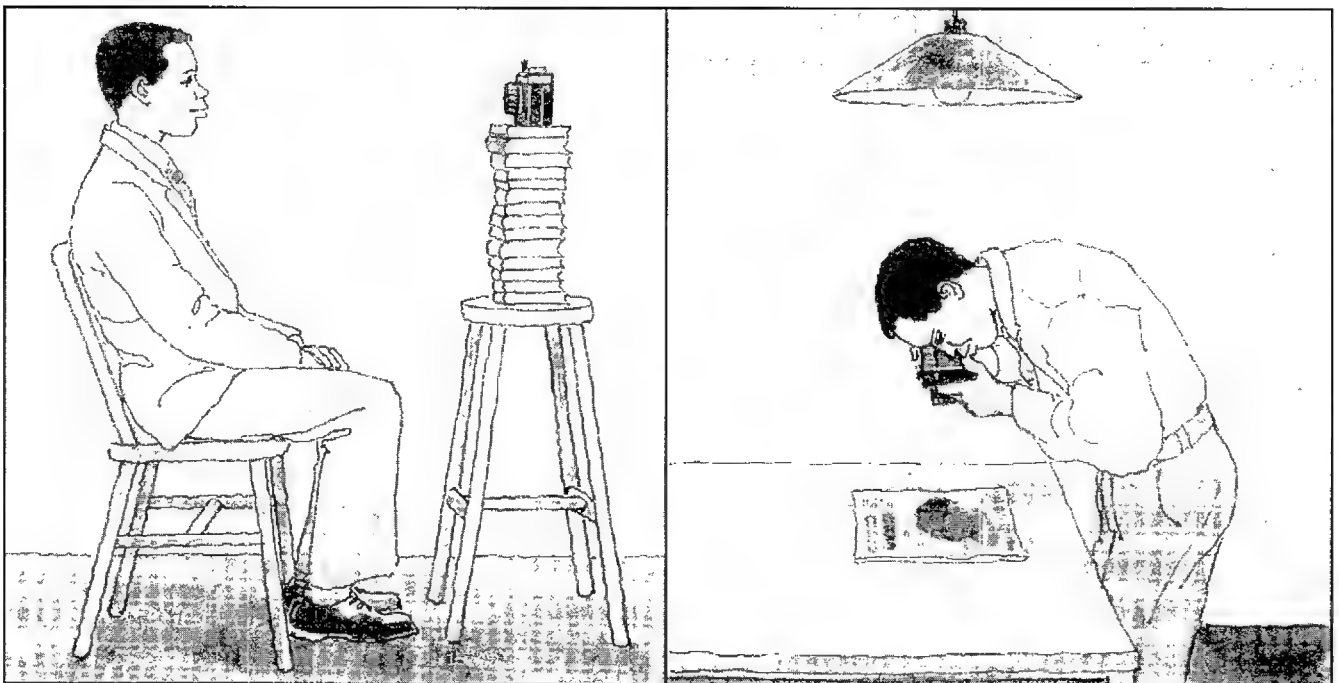
هنرجو باید راه صحیح تحقیق در مورد این موقعیتها را بیاموزد تا بتواند مشکلات موجود را شناسایی و راه‌حلهای لازم را پیدا کند. سپس باید مشکل شناسایی شده را مکتوب کند و ماهیت مشکل را به اختصار بیان کند. این نوشته را خلاصه طرح می‌نامند. خلاصه طرح در مثال مورد نظر ما می‌تواند به صورت زیر باشد.

بگیرد و در عین حال قیدهایی مانند زمان، منابع، خواص مواد، مهارت و سایر عاملهای دخیل را نیز در نظر داشته باشد. اصول زیبایی‌شناسی، تکنولوژیکی و کارکردی اساس این تفکر را تشکیل می‌دهند.

فعالتهایی که دانش پایه، مهارتها و تواناییها را از طریق آنها می‌توان کسب کرد به دو دسته بزرگ تقسیم می‌شوند: طراحی و ساخت. طراحی شامل فعالتهایی مانند تحقیق، تشریح و تعیین تکلیف، ابداع و انتقال ایده‌های طراحی و مدلسازی است. ساخت از فعالتهایی مانند طرح‌ریزی و سازمان‌دهی منابع، تولید محصول با استفاده از مواد مختلف، آزمایش، اصلاح و ارزیابی محصولات تشکیل می‌شود.

فرایند طراحی و ساخت از مراحل نشان داده شده در شکل ۹-۱ تشکیل می‌شود. حال می‌خواهیم این مراحل را با تفصیل بیشتر بررسی کنیم.

نخستین مرحله، در نظر گرفتن موقعیتی است که مشکلی که باید شناسایی شود، در آن مطرح می‌شود.



شکل ۹-۲ مشکل: به عکسی از خودم نیاز دارم، اما کسی را پیدا نمی‌کنم که از من عکس بگیرد. به علاوه هر وقت می‌خواهم از تصاویر کتابها یا مجلات عکس بگیرم، سایه خودم روی آنها می‌افتد. من به وسیله‌ای نیاز دارم که به کمک آن بتوانم از خودم و از تصاویر کتابها و مجلات عکس بگیرم.

ارگونومی

در ارگونومی، عامل انسانی را در طراحی و ساخت مصنوعات در نظر می‌گیرند.

۱. چه کسی از وسیله مورد نظر استفاده خواهد کرد: بزرگسالان یا کودکان؟
۲. قد میانگین شخص، در حالت‌های نشسته و ایستاده چقدر است؟
۳. محل مناسب برای استقرار دوربین، در ارتباط با کاربر، کجاست؟

اقتصاد

۱. تولید وسیله مورد نظر چقدر طول می‌کشد؟
۲. هزینه تولید آن چقدر خواهد بود؟
۳. وسیله مورد نظر به چه قیمتی فروخته خواهد شد؟

جنس

۱. کدام ماده مناسب و موجود است؟
۲. ماده مورد نظر چه خواصی باید داشته باشد؟
۳. آیا باید عملیات خاصی روی ماده انجام داد؟
۴. چه نوع عملیات تکمیلی لازم است؟

ساخت

۱. آیا ساخت وسیله مورد نظر به مهارت یا تجهیزات خاصی نیاز دارد؟
۲. چگونه می‌توان آن را پایدار ساخت؟
۳. چگونه می‌توان پایه‌ها را نگه داشت؟
۴. برای متصل کردن دسته، از چه روشی استفاده می‌شود؟
۵. دسته چه شکلی باید داشته باشد؟
۶. چگونه می‌توان دوربین را روی این وسیله نصب کرد؟

پس از بررسی همه این عاملها و تصمیم‌گیری در مورد کار، فهرست نتیجه‌گیریهای اصلی در مورد کارکردها، کنترلها و محدودیتها مکتوب می‌شود. این نوشته را مشخصات فنی طرح می‌نامند. مشخصات فنی طرح، برای وسیله مورد نظر

وسيله‌ای طراحی کنید و بسازید که بتوان با استفاده از آن از خود و از تصاویر کتابها عکس گرفت.

پس از شناسایی و بیان مشکل، باید ماهیت مشکل را روشنتر کنیم تا بهترین نتیجه عاید شود. این فرایند را تحلیل می‌نامند. در فرایند تحلیل باید عاملهای زیر را در نظر گرفت:

۱. کارکرد مصنوع یا سیستم. چه کسی از آن استفاده خواهد کرد؟ در کجا؟ چگونه؟
۲. مواد مناسب و دسترسی‌پذیری که در ساخت از آنها استفاده خواهد شد یا از مواد دیگر؟
۳. روش ساخت مناسبی که احتمال دارد به کار گرفته شود؛ تجهیزات موجود را باید در نظر گرفت.
۴. شکل ظاهری محصول ساخته شده. آیا صیقل‌کاری، رنگ‌کاری یا آب‌فلزکاری می‌شود؟
۵. هزینه ساخت. این هزینه بر قیمت فروش محصول چه تأثیری خواهد گذاشت؟ آیا محصول به اندازه‌ای ارزان خواهد بود که طبقه متوسط بتواند آن را بخرند؟
۶. کل زمانی که برای انجام کار مورد نظر صرف می‌شود: هرچه زمان بیشتری صرف شود هزینه نیروی انسانی بیشتر خواهد شد.

در تحلیل این مشکل نمونه، باید پرسشهای زیر را مطرح کنیم.

کارکردها

۱. کارکردهای اصلی این وسیله کدام‌اند؟
۲. اندازه دوربین چقدر است؟
۳. وزن آن چقدر است؟
۴. آیا وسیله مورد نظر باید محکم یا صلب باشد؟
۵. چگونه می‌توان دوربین را در کمال ایمنی نگه داشت؟
۶. آیا وسیله مورد نظر باید سیار باشد؟
۷. آیا دسته لازم دارد؟

ما به شرح زیر است.

وسيلة مورد نظر باید:

۱. بتواند دوربین را نگه دارد، بدون اینکه سقوط کند؛

۲. بسیار پایدار و صلب باشد؛

۳. هم از لحاظ ارتفاع و هم از لحاظ زاویه قابل تنظیم باشد؛

۴. قابل حمل باشد و بتوان به آسانی با آن کار کرد؛

۵. ساختن آن با مواد موجود آسان باشد؛

۶. زیبا و ارزان باشد.

تکمیل و انتقال ایده‌های طراحی

این دومین مرحله فرایند طراحی است.

ابتدا ایده‌های مختلفی که به عنوان راه‌حل‌های ممکن برای مشکل مورد نظر، به ذهن می‌رسند، به صورت سه‌بعدی ترسیم می‌شوند. نکته مهم در این مرحله، پیدا کردن بیش از یک راه‌حل است؛ هریک از این راه‌حل‌ها باید بتواند بدیل مناسبی برای حل مشکل مورد نظر باشد.

هریک از راه‌حل‌های بدیل را باید با موشکافی بررسی و با مشخصات فنی و اهداف طراحی مقایسه کرد. راه‌حلی که بیشترین انطباق را با شرایط بیان شده برای مشکل مورد نظر داشته باشد، برای تکمیل و تهیه راه‌حل یا طرح نهایی انتخاب می‌شود. گاهی باید مدل یا ماکت طرح‌های مورد نظر را ساخت تا به انتخاب بهترین راه‌حل کمک کند.

سپس راه‌حل انتخاب شده بیشتر بررسی و به طرح نهایی تبدیل می‌شود. مراحل تکمیل طرح عبارت‌اند از:

۱. قضاوت درباره شکل و اندازه قطعات؛

۲. جنس مناسبی که باید برای ساختن قطعات مصرف شود؛

۳. روش‌های مناسب برای اتصال قطعات به یکدیگر؛

۴. تجهیزات موجود که می‌توان برای ساخت از آنها کمک گرفت؛

۵. تخصص و تجربه موجود برای ساخت کل محصول یا سیستم.

با در نظر داشتن این عامل‌ها، باید در بخش‌های مختلف راه‌حل انتخاب شده اصلاحات مقتضی انجام داد. سرانجام نقشه‌های اجرایی کامل تهیه می‌شوند و طرح نهایی برای حل مشکل ارائه می‌شود. مراحل تهیه نقشه‌های اجرایی را در ادامه همین فصل شرح می‌دهیم.

تهیه طرح نهایی

از آنچه به عنوان طرح نهایی تهیه می‌شود باید پیش‌نمونه‌ای، ترجیحاً با اندازه کامل، با استفاده از روش‌ها و مواد مشخص شده روی نقشه‌های اجرایی، بسازید.

فرایند ساخت سه مرحله دارد: طرح‌ریزی و سازمان‌دهی منابع با ساخت محصول، آزمایش، اصلاح و ارزیابی آن. طرح‌ریزی دقیق فعالیت‌های ساخت، پیش از اقدام عملی برای ساخت، سودمند است. بدین ترتیب طرح زودتر تکمیل می‌شود و می‌توان از تأخیرهای غیرضروری اجتناب کرد. اگر پرسش‌های زیر را برای خود مطرح کنید و براساس پاسخ‌هایی که به آنها می‌دهید عمل کنید، طرح‌ریزی ساده‌تر می‌شود.

۱. ترتیب مناسب برای ساخت قطعات مختلف کدام است؟

۲. مراحل اصلی ساخت هر قطعه کدام‌اند؟

۳. آیا برای انجام هریک از عملیات به شابلون یا جیگ (قید راهنمای) خاص، یا ابزار یا تجهیزات خاصی نیاز پیدا خواهد شد؟

۴. برای انجام موفقیت‌آمیز عملی خاص به چه نوع مهارت و دانشی نیاز خواهد بود؟

۵. آیا مهارت و اعتماد به نفس لازم برای کار با ماشین یا دستگاه خاصی را خواهم داشت؟

۶. برای انجام کدام بخش از کار کمک لازم خواهم داشت، یا مربی باید روش کار را برایم نمایش دهد؟

گام بعدی سازمان‌دهی منابع است. پیشنهاد می‌کنیم که به ترتیب زیر عمل کنید:

۱. همه مواد لازم را تهیه و آماده کنید. هر ماده را وقتی به

انواع انتقال طرح

فرایند انتقال ایده‌های طراحی به دیگران شامل هر دو نوع ارتباط دیداری و کلامی است. این فرایند را می‌توان به سه مرحله تقسیم کرد: فرمول‌بندی، عرضه اولیه و عرضه نهایی.

فرمول‌بندی ایده‌های طرح

این مرحله اولیه است و در آن ایده‌های اولیه از طریق تجسم ایجاد می‌شوند.

ایده‌های ممکن که به ذهن می‌رسند پرورش می‌یابند، در آنها کند و کاو می‌شود و تکمیل می‌شوند. در حالت ایدئال، بهتر است ایده‌های مختلف در این مرحله فرمول‌بندی شوند، و به جای توجه به جزئیات، روی خصوصیات طرح تمرکز شود.

برای ثبت و انتقال ایده‌های خود به همکاران یا مربیان خود، به منظور شکافتن بیشتر موضوع، یا کسب نظر آنها، از روش‌های مختلفی می‌توانید استفاده کنید. یادداشت عبارت کوتاهی است که در کنار طرح ترسیم شده نوشته می‌شود و هدف از آن یادآوری، توجیه، نشان دادن ایده‌ای که باید تکمیل شود یا فهرست مواد است (شکل ۹-۳). منظور از نمادها علامتهایی است که برای نشان دادن عدد، کمیت، عبارت یا کلمات به کار گرفته می‌شوند. نمادها را می‌توان به منزله ابزارهای توصیفی در نظر گرفت که به یادآوری و درک موضوع کمک می‌کنند (شکل ۹-۴). نمودار، طرح کلی یا نقشه‌ای است که برای نشان دادن شکل کلی قطعات، روابط بین اشیا یا فرایندها به کار می‌رود. طرح کلی، نقشه‌ای ابتدایی است که معمولاً با دست و شتابزده ترسیم می‌شود و جزئیات را در بر نمی‌گیرد. مدل می‌تواند اندازه واقعی داشته باشد یا مقیاس‌دار باشد. در این مرحله می‌توان از دو نوع مدل استفاده کرد. مدل گلی که هدف از آن مطالعه بعضی از ویژگی‌های شیء واقعی است و ماکت که تقلیدی از جسم واقعی است و معمولاً از چوب، مقوا یا گچ ساخته می‌شود تا اطلاعاتی در مورد طرح به دست آید.

کارگاه بیاورید که به آن نیاز دارید.

۲. ابزارها و تجهیزاتی را که در هر مرحله از کار ممکن است لازم شوند، آماده و در شرایط خوب به کارگاه بیاورید.

۳. از قبل برای ابزارها و تجهیزات خاصی که باید به عاریت گرفته شوند، برنامه‌ریزی کنید.

۴. ابزارها و مواد را به ترتیب مناسب روی میز کار بچینید تا شرایط کاری ایمن تضمین شود.

۵. پیش از شروع کار مطمئن شوید که همه وسایل ایمنی روی ماشینها نصب شده باشد.

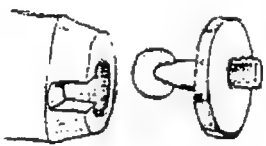
با این تدارکات و سازمان‌دهی قبلی، عملیات مختلف را با اعتماد انجام دهید: به برنامه عملیاتی خود رجوع کنید و تا حد امکان طبق برنامه پیش بروید؛ در صورتی که در مورد روش صحیح انجام کاری یا استفاده از ابزار یا ماشینی تردید دارید از دیگران کمک بخواهید؛ همه مقررات ایمنی را رعایت کنید.

وسیله یا سیستمی که ساخته‌اید باید آزموده و ارزیابی شود، تا مشخص شود که آیا می‌تواند طبق خلاصه طرح و مشخصات فنی تهیه شده در آغاز کار کند یا نه. آزمون و ارزیابی به عهده خودتان است. در خرده‌گیری بر کار خود منصف باشید. باید در مورد این آزمون و ارزیابی گزارش تهیه کنید. این گزارش باید حاوی پیشنهادهایی برای تغییر یا اصلاح محصول باشد. در صورت امکان اصلاحات پیشنهادی را نیز انجام دهید.

ارتباط تصویری

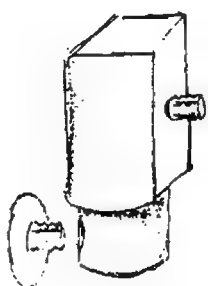
طرح به صورت ایده‌ای در ذهن طراح، به منظور حل یک مسئله طراحی، پدید می‌آید. اما زمانی فرا می‌رسد که طراح نیاز دارد این ایده را به دیگران انتقال دهد؛ مثلاً به همکاران خود و به کسانی مانند مشتری، رئیس، مربی (در آموزشگاه)، و هرکس دیگری که ممکن است نفع یا علاقه‌ای در این طرح داشته باشد.

فرایند انتقال ایده از طریق تصویر یا نقشه را ارتباط تصویری می‌نامند.



پایه دوربین تنظیم پذیر

مشکل پایه گردان

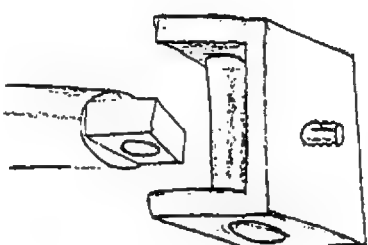


مسحور و طرفان را

می توان با پیچ قفل

کرد

سه پایه از فولاد نرم



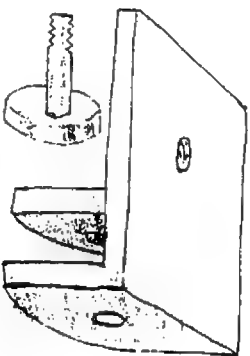
پیچ دوربین ثابت

پایه دوربین را می توان

روی زوایای مختلف تنظیم

کرد. اما نمی توان آن را در

محل مورد نظر قفل کرد



پایه دوربین تنظیم پذیر

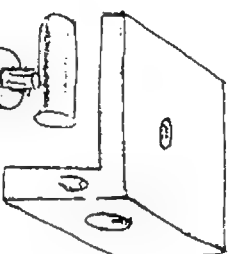
با بیرون زدگی میله

با بسط هم سطح است

دوربین را می توان با

پیچ در محل مورد نظر گه

داشت



پایه دوربین را می توان در محل

مورد نظر تنظیم و قفل کرد

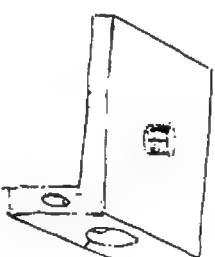
میله از یک طرف فیلن بیرون

زده است.

دوربین را می توان با استفاده از

یک پیچ گه داشت، اما تثبیت

نمی شود



پیچ دوربین ثابت



پایه دوربین را می توان

تنظیم کرد و با استفاده از

پیچ در هر محلی قفل کرد



از عکس برای نشان دادن نکات مربوط به تکمیل طرح استفاده می شود.

قلم زنی نقشه فنی است که برای نشان دادن شکل ظاهری قطعه طراحی شده، به صورتی هرچه نزدیکتر به واقعیت به کار گرفته می شود. سایه زنی و رنگ آمیزی از جمله فنون قلم زنی نقشه اند که برای نشان دادن اثر نور و سایه روی جسم به کار می روند. نقشه های قلم زنی شده غالباً به صورت پرسپکتیو تهیه می شوند. در قلم زنی نقشه می توان از مداد، آبرنگ، ماژیک، گچ رنگی و قلم رنگ پاش استفاده کرد.

مدلهای مورد استفاده برای عرضه ممکن است ماکتهای مقیاس دار یا با اندازه واقعی باشند، یا نمونه هایی باشند که کار کنند. هدف از ساخت مدل متقاعد کردن مشتری، کارفرما یا مربی، از بابت کارایی طرح است. از مدل برای نشان دادن کارایی و بازده کارکردها و عملیات طرح استفاده می شود.

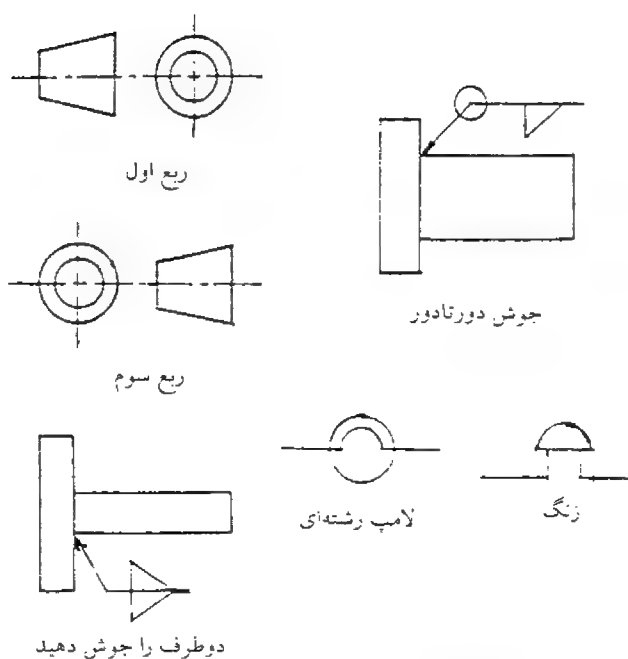
مرحله عرضه برای طراح یا هنرجو بسیار مهم است. این مرحله ای است که در آن مشتری، کارفرما یا مربی ممکن است طرح را قبول یا رد کنند.

بنابراین طراح یا هنرجو باید خود را برای جلسه دفاع از طرح کاملاً آماده کند و ساخت مدل مناسب به هدف آنها کمک می کند.

گزارش عبارت است از تفسیر مکتوب تحقیق و تحلیلی که در ارتباط با تکمیل طرح انجام شده است. گزارش می تواند شامل تصویرهایی از قبیل نمودار، منحنی و عکس نیز باشد (شکل ۹-۶).

عرضه نهایی طرح

پس از آنکه طراح یا هنرجو توانست در برابر مشتری، کارفرما یا مربی، با موفقیت از طرح خود دفاع کند و طرح پذیرفته شد، گام بعدی آماده کردن نقشه های اجرایی تفصیلی است که شرکت سازنده یا هنرجو، با استفاده از آنها محصول یا سیستم مورد نظر را می سازد.



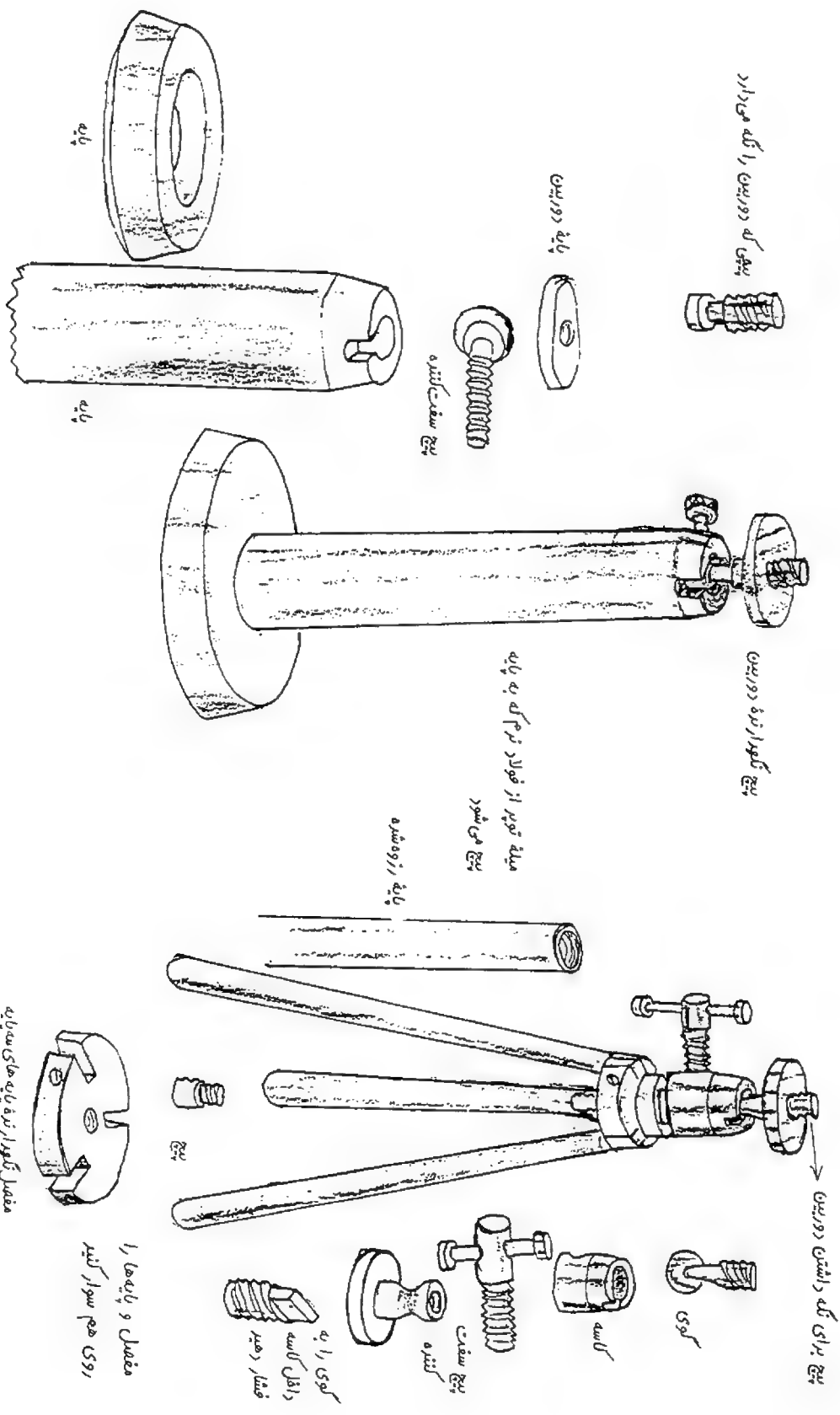
شکل ۹-۴ نمونه هایی از نمادها و علائم.

عرضه اولیه طرح انتخابی

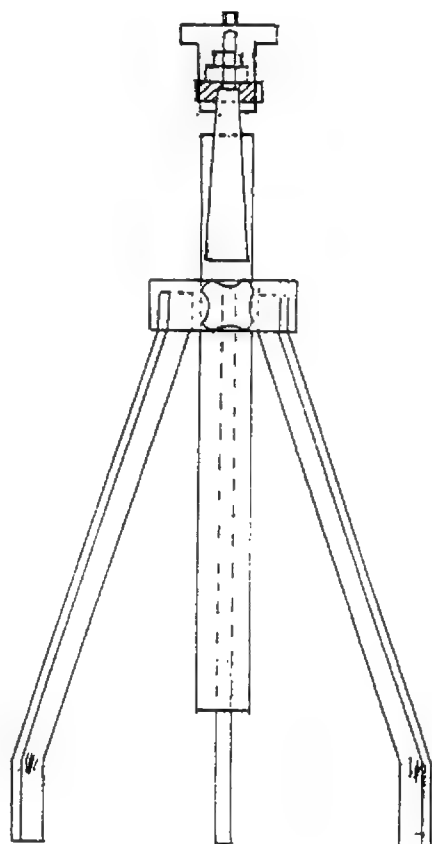
پس از انتخاب یکی از طرحها، باید آن را تکمیل کرد و به مشتری، رئیس یا مربی نشان داد تا تصویب یا پذیرفته شود. این راه حل (طرح) را به روشهای مختلف می توان به مخاطب منتقل کرد.

نقشه یکی از روشهای عرضه موضوع مورد نظر به وسیله خطوط ترسیم شده با مداد یا جوهر است. معمولاً از ابزارهای نقشه کشی استفاده می شود، اما گاهی نیز از طرحهای کلی استفاده می کنند که جزئیات کمتری دارند (شکل ۹-۵). نقشه انواع مختلف دارد. بعضی از آنها را در ادامه همین فصل توصیف می کنیم و نشان می دهیم. انواع نقشه عبارت است از:

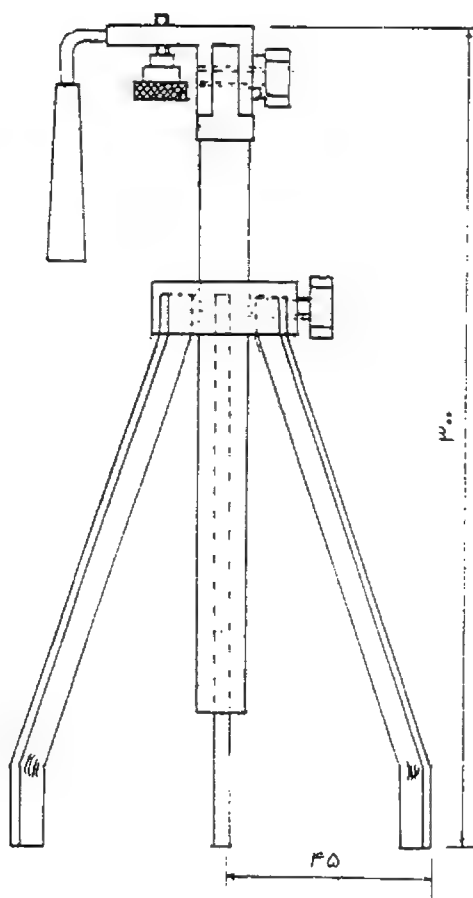
۱. نقشه هم مقیاس یا ایزومتریک - نقشه تصویری سه بعدی؛
۲. نقشه پرسپکتیو - نقشه تصویری سه بعدی؛
۳. نقشه مهندسی - نقشه دوبعدی؛
۴. نقشه مجموعه یا مونتاژ - نقشه دو / سه بعدی؛
۵. نقشه تفصیلی - نقشه دوبعدی.



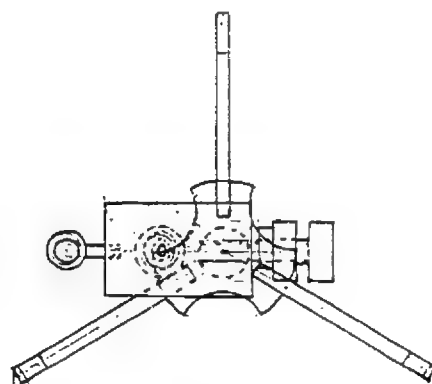
شکل ۹-۵ تکمیل ایده‌ها.



نمای قائم از نیمرخ



نمای قائم از جلو



نمای افقی

	تصویر: ربع اول
	مقیاس: $\frac{1}{3}$
	همه اندازه‌ها به میلیمتر

طراح شود. مشخصات فنی ممکن است حاوی اطلاعاتی در مورد عملکرد، مواد، روشهای ساخت، ویژگیهای خاص، شرایط آزمون و اطلاعات دخیل دیگر باشد.

تصویر فنی نقشه‌ای تصویری است که به منظور تبلیغ، در کاتالوگها یا دفترچه‌های راهنما و غیره می‌آید. بعضی از دلایل استفاده از تصویر فنی به شرح زیر است:

۱. نشان دادن محصول و افزایش فروش؛
۲. کمک به درک و شناسایی محصول؛
۳. آموزش و تشریح نحوه کار محصول.

این تصاویر را غالباً به صورت نمای هم‌مقیاس یا پرسپکتیو تهیه می‌کنند.

مثالهایی برای نشان دادن فرایند طراحی

هدف از ارائه دو مثال زیر تقویت درک هنرجو از فرایند طراحی است که پیش از این شرح داده شد. هر دو مثال از تکالیف کلاسی و پروژه‌هایی است که قبلاً به هنرجویان واگذار شده است.

اولین مشکل: مربی هنرجویان رشته فلزکاری متوجه شده است که شاگردانش در اندازه‌گیری با خط‌کش فولادی، به ویژه وقتی از خط‌کش پایه‌دار یا پرگار اندازه‌گیری استفاده می‌کنند، مشکل دارند. در نتیجه گاهی اندازه‌گیریهای آنها نادرست است. او سعی می‌کند به شاگردانش بیاموزد که در هنگام اندازه‌گیری خط‌کش را در یک دست بگیرند یا آن را در جایی ببندند، اما بهبودی در اوضاع حاصل نشده است.

شناسایی مشکل: وسیله‌ای به عنوان تکیه‌گاه خط‌کش لازم است، تا هنرجویان بتوانند آسانتر اندازه‌گیری کنند. خلاصه طرح: طراحی و ساخت وسیله‌ای ساده برای نگهداری خط‌کش فولادی، در هنگام اندازه‌گیری در کارگاه فلزکاری.

تحلیل

۱. آیا این وسیله که آن را پایه می‌نامیم باید از چوب، فولاد،

نقشه‌های اجرایی نقشه‌های مختلفی هستند که برای نشان دادن و تشریح جزئیات قطعات محصول یا سیستم مورد نظر به کار می‌روند. در این نقشه‌ها جزئیاتی مانند نوع مواد، شکل و اندازه آنها، برآوردها و دستورهای اجرا، ساخت و تولید نشان داده می‌شود. این نقشه‌ها باید با استانداردها و آیین‌نامه‌های پذیرفته شده‌ای که کاربران این نقشه‌ها می‌توانند آنها را درک و تفسیر کنند، منطبق باشند: یکی از این استانداردها BS ۳۰۸ است.

نقشه‌های اجرایی معمولاً از دو بخش تشکیل می‌شوند: نقشه‌های اجرایی تفصیلی و نقشه‌های اجرایی موتاژ.

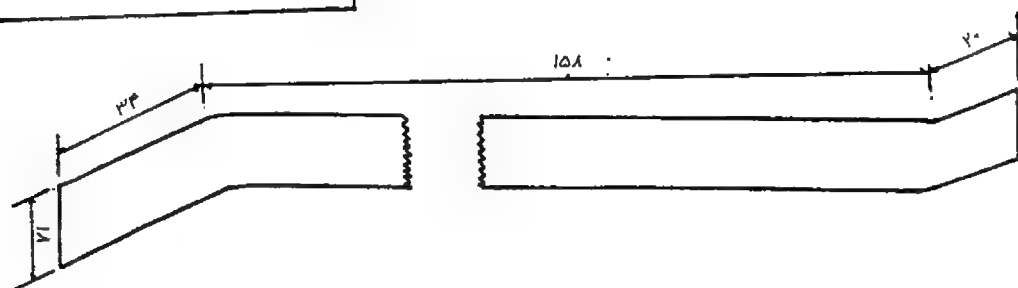
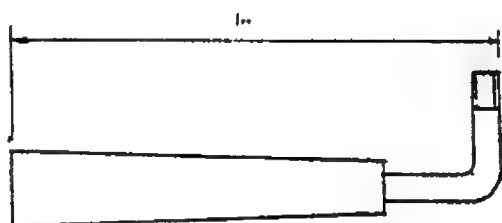
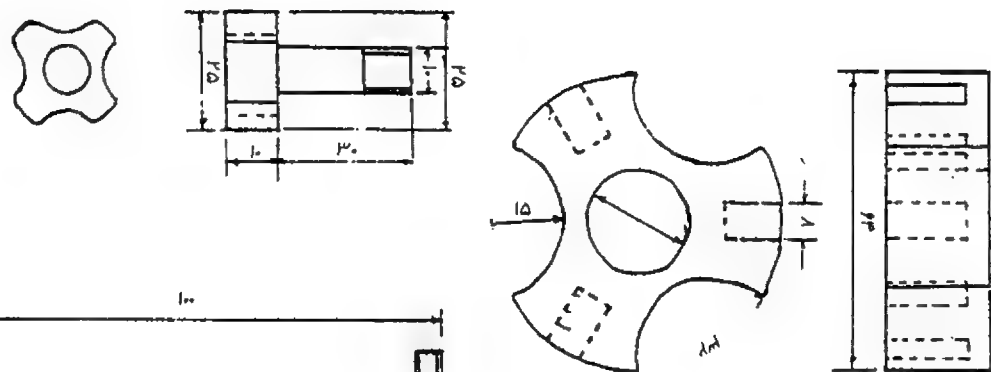
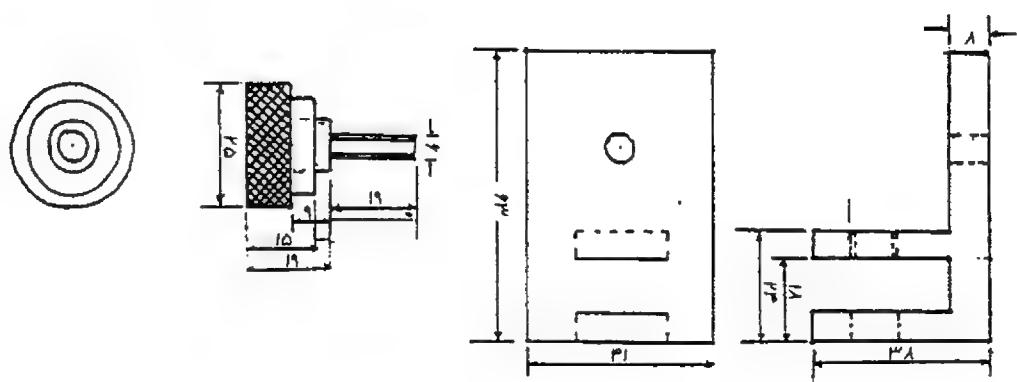
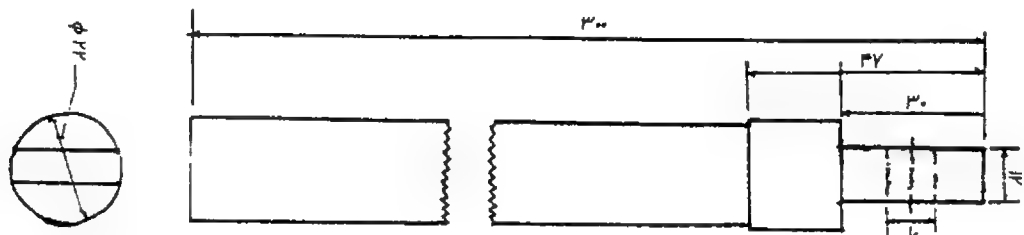
نقشه اجرایی تفصیلی (شکل ۹-۷): جزئیات هر قطعه از محصول/سیستم را نشان می‌دهد. این نقشه حاوی اطلاعات یا جزئیات کافی در مورد مواد و روشهایی است که در ساخت قطعه به کار گرفته می‌شوند. اهداف اولیه از تهیه نقشه اجرایی تفصیلی عبارت‌اند از:

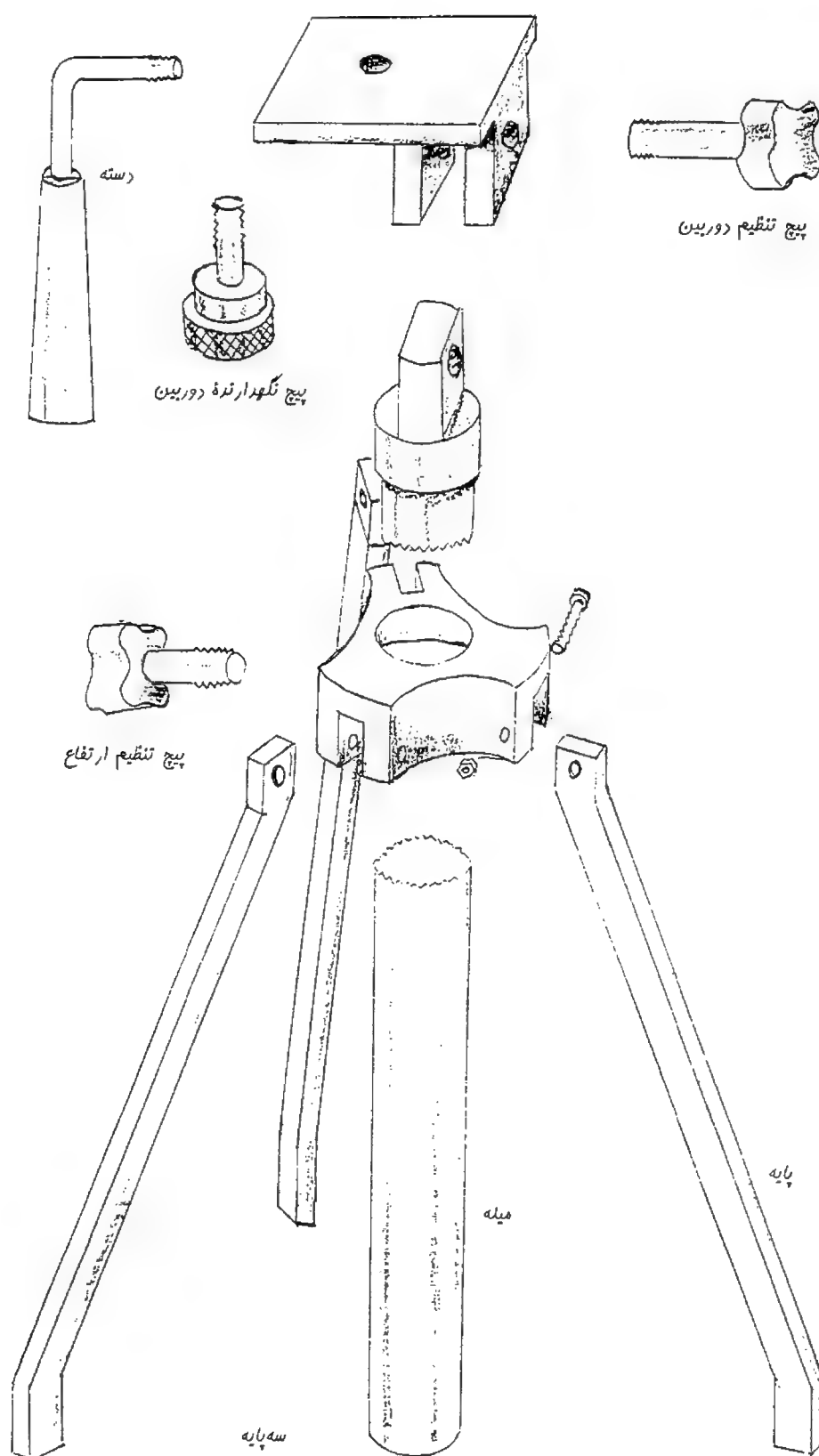
۱. نشان دادن شکل کلی قطعه؛
۲. نشان دادن اندازه آن - روی این نقشه ابعاد قطعه ذکر می‌شود؛
۳. توصیف نوع ماده یا موادی که باید برای ساخت آن مصرف شوند؛
۴. ارائه اطلاعات بیشتری که برای اجرا یا ساخت لازم است.

نقشه موتاژ (شکل ۹-۸): نحوه انطباق قطعات مختلف برای ساخت واحدی کامل را نشان می‌دهد. این نقشه را می‌توان به صورت تصویری (هم‌مقیاس یا پرسپکتیو) تهیه کرد. کارکردهای اصلی آن عبارت‌اند از:

۱. توصیف شکل محصول موتاژ شده؛
۲. شناساندن هر قطعه از محصول؛
۳. نشان دادن وضعیت نسبی هر قطعه از محصول؛
۴. تهیه فهرست قطعات؛
۵. کاربرد به عنوان منبع اطلاعات مرجع.

مشخصات فنی اطلاعاتی است که در نقشه‌های اجرایی ذکر می‌شود تا مانع از بد فهمیدن یا تفسیر نادرست منظور





شکل ۸-۹ سه پایه دوربین: نقشه مونتاژ.

فواصل مساوی و در امتداد عمودی نگه داشت.

۵. این وسیله را در کجا باید قرار داد؟

۶. آیا این وسیله را باید ثابت کرد؟

۷. آیا در این طرح با مسائل ایمنی هم سروکار داریم؟

مشخصات فنی طرح: وسیله مورد نظر باید ساده، قابل حمل، بادوام، محکم و زیبا باشد؛ باید بتوان به آسانی از آن استفاده کرد؛ باید کار را محکم، در امتداد عمودی و در یک خط نگه دارد؛ باید قابل تنظیم باشد تا بتوان دست کم ۱۲ حرف را به طور همزمان مهرزنی کرد؛ باید استفاده از آن بی خطر باشد؛ باید سریع و ارزان ساخته شود.

راه‌حلهای ممکن و قطعی: این راه‌حلهای در شکل‌های ۹-۱۰ تا ۹-۱۲ نشان داده شده‌اند.

چگونه نقشه بکشیم

تا اینجا مفهوم طراحی، فرایند طراحی و ساخت و نحوه انتقال ایده‌های طراحی به همکاران و مخاطبان دیگر را، که احتمالاً فلزکار نیستند، شرح دادیم و بر این نکته تأکید کردیم که تهیه نقشه‌های مختلف نقش مهمی در انتقال طرح دارد.

ابزارهای نقشه‌کشی

برای تهیه موفقیت‌آمیز نمودارها، طرحهای کلی و نقشه‌های فنی باید ابزارهای نقشه‌کشی با کیفیت خوب در اختیار داشت.

معمولاً از ابزارهای زیر استفاده می‌شود.

برای ترسیم طرحهای کلی و نقشه‌های دقیق ساخت به مدادهای مرغوب، با طول مناسب نیاز دارید. مدادها را برحسب سختی مغز آنها دسته‌بندی می‌کنند. انواع اصلی مداد عبارت‌اند از: F، مناسب برای تهیه طرحهای کلی؛ ۲H برای ترسیمهای هندسی، خطوط راهنما و غیره؛ H، برای یادداشت، اندازه‌گذاری و غیره؛ و HB برای حروف‌نویسی. از گونیا برای رسم زاویه استفاده می‌کنند. گونیا را معمولاً از مواد پلاستیکی شفاف می‌سازند؛ استفاده از گونیاهایی

آلومینیم یا پلاستیک ساخته شود؟

۲. آیا در ساخت آن باید از پیچ، بست، پیچ مهره، زردجوشکاری، جوشکاری یا ریخته‌گری استفاده کرد؟

۳. خط‌کش چگونه در پایه قرار خواهد گرفت؟

۴. با اجرای این پروژه کدام مهارت‌های عملی کسب خواهد شد؟

۵. کدام یک از این مهارتها پیش از این کسب شده است؟

۶. آیا برای اجرای این پروژه، مواد، ابزارها، ماشینها و تجهیزات وجود دارد؟

مشخصات فنی طرح: وسیله مورد نظر باید قابل حمل، ساده، پایدار و قادر به نگهداری خط‌کش فولادی با هر اندازه باشد و بتوان به آسانی از آن استفاده کرد.

راه‌حلهای ممکن و راه‌حل قطعی در شکل ۹-۹ نشان داده شده‌اند.

مشکل دوم: وقتی شاگردان پروژه خود را انجام دادند، از آنها خواسته می‌شود نام، شماره، کلاس و سال تحصیلی را روی قطعه ساخته شده، یا گاهی اوقات روی پلاکی فلزی که به آن متصل می‌شود، مهرزنی کنند. غالباً کیفیت کار بسیار ضعیف است: فاصله حروف و اعداد یکنواخت نیست یا روی یک خط قرار ندارند یا هر دو عیب را دارند که شکل ظاهری کار را خراب می‌کند.

شناسایی مشکل: وسیله‌ای مورد نیاز است که هنرجویان به کمک آن بتوانند نام و شماره خود را، به صورتی پاکیزه، مهرزنی کنند.

خلاصه طرح: طراحی و ساخت وسیله‌ای قابل حمل، ساده و جذاب برای گرفتن و هدایت حروف و اعداد در هنگام مهرزنی در کارگاه.

تحلیل

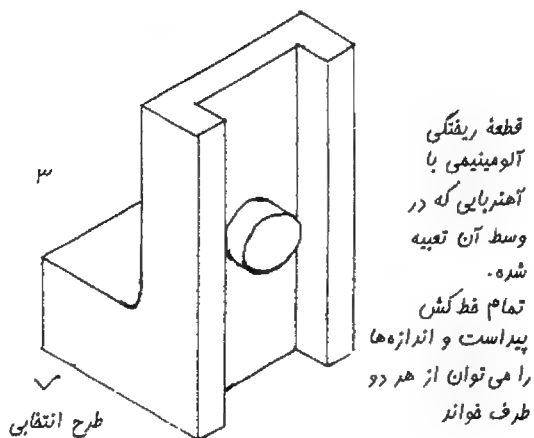
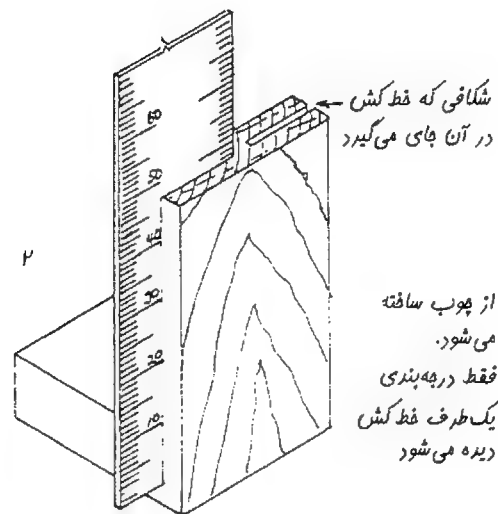
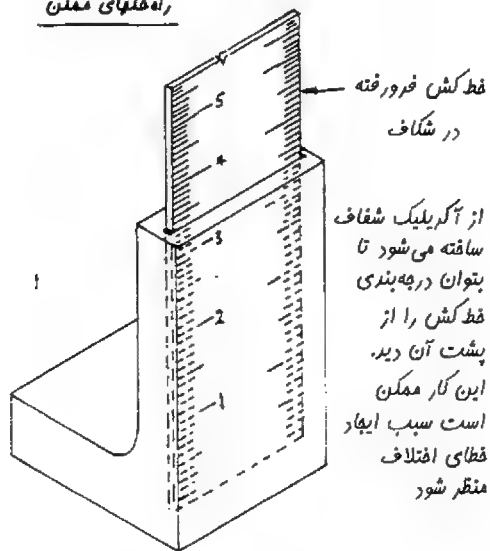
۱. طولانیترین کلمه‌ای که باید مهرزنی کرد کدام است؟

۲. فاصله میانگین بین حروف و کلمات چقدر باید باشد؟

۳. مهرها را چگونه باید زد: باهم یا تک به تک؟

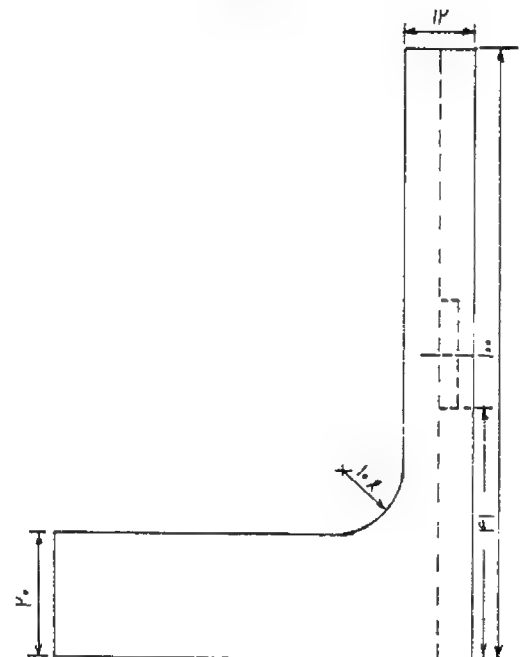
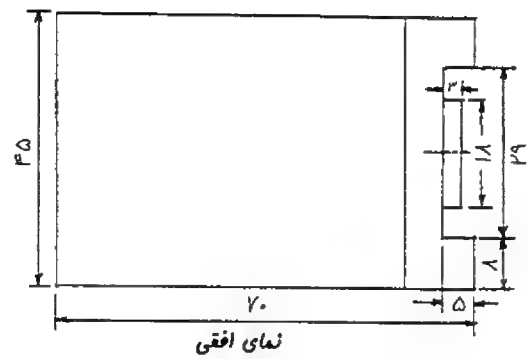
۴. چگونه می‌توان حروف و اعداد را در یک ردیف، به

راه‌های ممکن



پایه خط کش

نقشه اجرایی

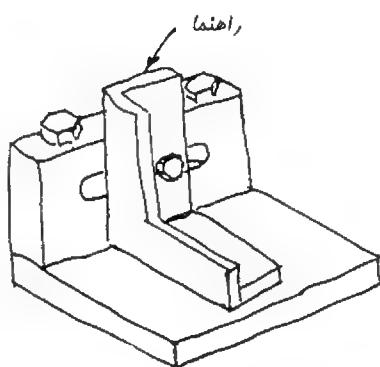
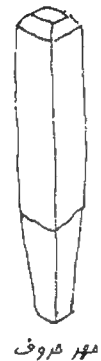
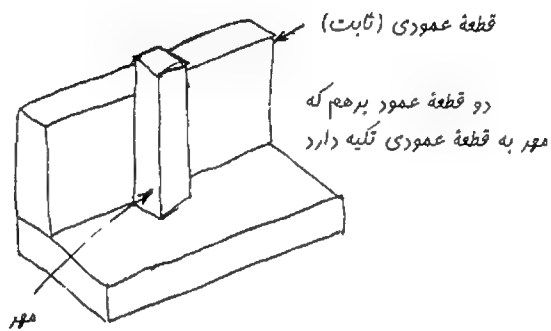
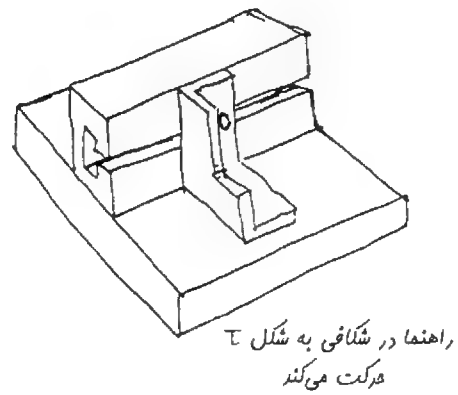
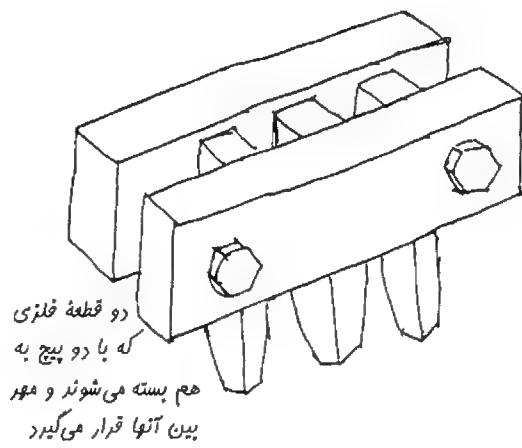


از این ابعاد برای ساختن مدل استفاده می‌شود

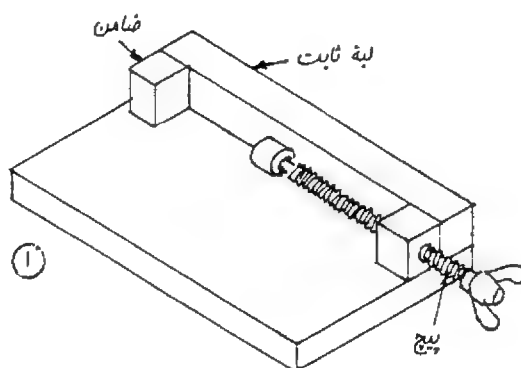
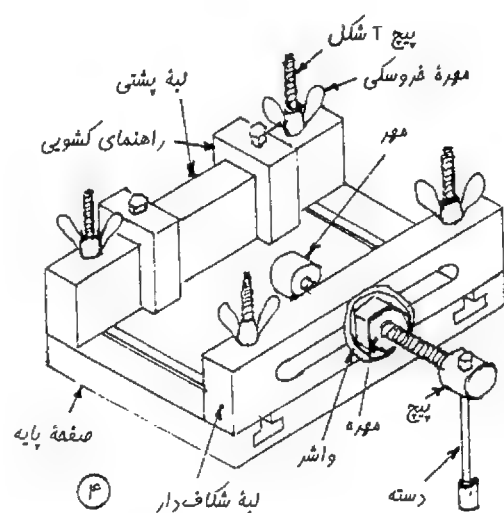
مقیاس: ۱:۱

ابعاد: mm

تصویر: ربع سوم



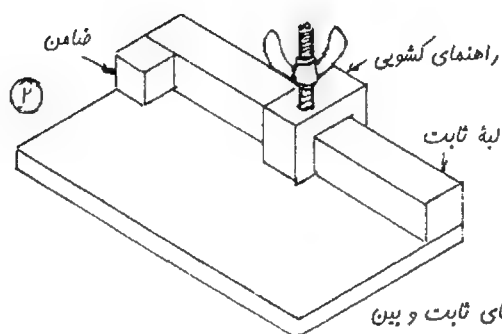
دو قطعه فلزی با پیچ به هم متصل می شوند.
راهنما در شیار قطعه عمودی می لغزد



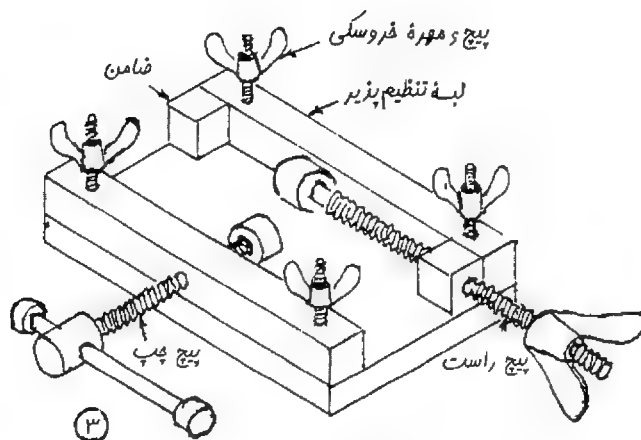
مهر بین ضامن و پیچ قرار دارد و به لبه تکیه می‌دهد

با استفاده از این طرح می‌توان قطعه کار را در هر وضعیتی مهر زد، زیرا دو لبه مهرزن کشویی هستند، راهنماها نیز می‌توانند در وضعیتهای مختلف قرار بگیرند. مهر بین راهنماها قرار می‌گیرد و با پیچ به لبه پشتی بسته می‌شود؛ پیچ نیز می‌تواند در وضعیتهای مختلف قرار بگیرد.

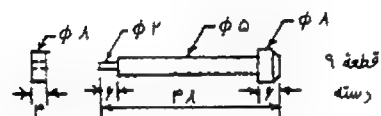
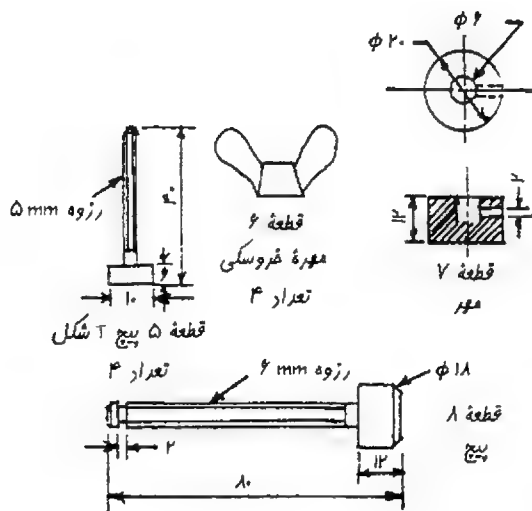
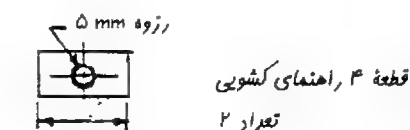
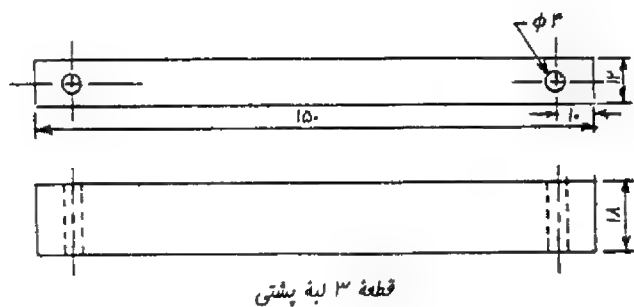
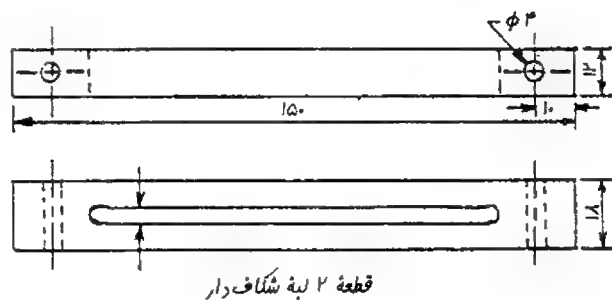
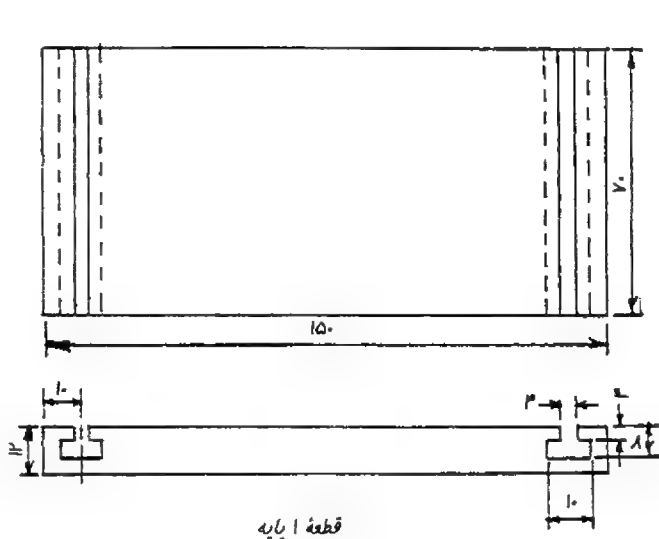
انتقال شد.



مهر به لبه‌های ثابت و بین راهنمای کشویی و ضامن ثابت تکیه می‌کند



این طرح دو پیچ و دو لبه تنظیم‌پذیر دارد. قطعه کار زیر لبه‌ها قرار می‌گیرد. مهر به وسیله پیچ راست به لبه یا به ضامن تکیه می‌کند



۹	دسته	۱	$\phi 1 \times 50$	فولاد نرم
۸	پیچ	۱	$\phi 1.6 \times 15$	فولاد نرم
۷	مهر	۱	$\phi 20 \times 15$	فولاد نرم
۶	مهره فروسکی	۴	مهره	فولاد نرم
۵	پیچ T شکل	۴	$\phi 10 \times 35$	فولاد نرم
۴	راهنمای کشویی	۲	$12 \times 25 \times 24$	فولاد نرم
۳	لبه پشتی	۱	$12 \times 18 \times 152$	فولاد نرم
۲	لبه شکاف دار	۱	$12 \times 16 \times 152$	فولاد نرم
۱	پایه	۱	$12 \times 18 \times 152$	فولاد نرم
شماره	شرح	تعداد	اندازه	جنس
فهرست برش				

توصیه می شود که لبه آنها پخ زده شده باشد. انواع اصلی گونیا عبارتند از گونیای 30° ، 45° و 60° و قابل تنظیم که برای رسم زوایای دیگر و خطوط موازی به کار می رود.

میز نقشه کشی میزی است که نقشه روی آن کشیده می شود. سطح این میز باید صاف و لبه های آن باید نسبت به سطح میز گونیا باشند. میز نقشه کشی را معمولاً از تخته سه لایی، نئوپان روکش یا پلاستیک می سازند. خط کش T به شکل حرف T می سازند. خط کش T دو لبه مهم دارد: یکی روی دسته (که قطعه کوتاه بالایی خط کش است) و دیگری روی تیغه (که قطعه طویل و افقی است). تیغه بر دسته عمود است. از خط کش T برای رسم خطوط افقی، خطوط موازی و (به کمک گونیا) زوایای 30° ، 45° و 60° استفاده می شود.

برای انجام کارهای دقیق به یک پرگار مرغوب نیز نیاز دارید. پیچ وسط پرگار باید صلب و محکم باشد. خط کش مهمترین ابزار اندازه گیری خطی است که در نقشه کشی فنی به کار می رود. خط کش را معمولاً از چوب یا پلاستیک می سازند؛ استفاده از نوع پلاستیکی آن توصیه می شود زیرا درجه بندی آن به مرور زمان از بین نمی رود. طول خط کش، دست کم، باید ۳۰۰ میلی متر باشد و بر حسب مضربهای میلی متر مدرج شده باشد. خط کش را باید همیشه تمیز نگه داشت. لبه خط کش باید صاف و درجه بندی آن مشخص باشد.

پاک کن از مواد پلاستیکی یا لاستیکی ساخته می شود. از پاک کن برای پاک کردن خطوط و نشانه های ناخواسته روی نقشه استفاده می کنند. استفاده از پاک کن نرم و مرغوب توصیه می شود؛ پاک کن سخت ممکن است قشر رویی کاغذ را بساید و از بین ببرد. هرگاه پاک کن کثیف شد آن را با آب داغ و صابون بشویید و با پارچه تمیز خشک کنید.

برای نصب ورق کاغذ روی میز نقشه کشی به دو گیره میز نقشه کشی نیاز دارید؛ این گیره ها را از فولاد می سازند. از انواع نوارچسب نیز می توانید به این منظور استفاده کنید، اما بعضی از نوارچسبها قشر رویی کاغذ را جدا می کنند. از پونز استفاده نکنید، چون سطح میز را خراب می کند.

نقاله یکی از ابزارهای اندازه گیری، به شکل دایره یا نیمدایره است که، به ویژه در هندسه مسطحه، برای اندازه گیری یا ترسیم زاویه به کار می رود. نقاله باید بزرگ و ترجیحاً شفاف باشد و به وضوح درجه بندی شده باشد. نقاله را از چوب هم می سازند، اما نقاله پلاستیکی بهتر است زیرا درجه بندی آن سالمتر می ماند.

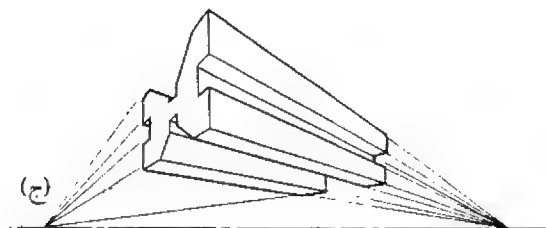
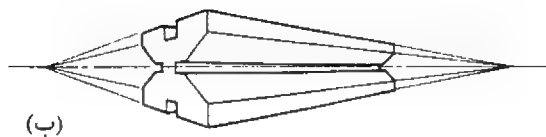
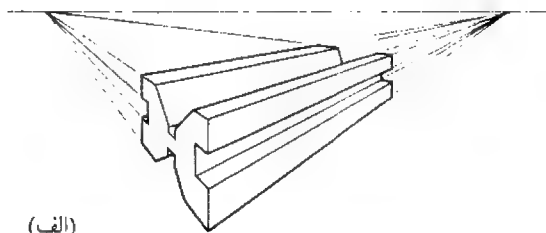
در نقشه کشی فنی، از پرگار تقسیم برای جدا کردن تعدادی فاصله، از یک نقطه تا نقطه ای دیگر استفاده می شود. همین کار را با پرگار معمولی نیز می توان انجام داد، اما در این صورت اثر مداد روی کاغذ می ماند (شکل ۴-۴۳ در فصل ۴ را نیز ببینید).

نقشه تصویری

نقشه نمایش ترسیمی جسم، محصول یا سیستم است. طراحان برای انتقال ایده های خود از دو نوع نقشه استفاده می کنند: نقشه تصویری و نقشه مهندسی.

نقشه تصویری، نقشه ای سه بعدی است. در این نقشه سه وجه از جسم در سه بُعد طول، عرض و ارتفاع نشان داده می شود. سه روش اصلی نمایش تصویری اجسام عبارت است از نقشه هم مقیاس یا ایزومتریک، نقشه مایل و نقشه پرسپکتیو. در نقشه هم مقیاس (شکل ۹-۱۳)، فرض می شود جسم طوری قرار گرفته است که یکی از کنجهای عمودی آن که در صفحه افقی قرار دارد تحت زاویه قائمه دیده می شود و دو ضلع دیگر آن (طول و عرض) با محور افقی ($y-x$) زاویه 30° تشکیل می دهند. در این وضعیت، دو ضلع و وجه روبی جسم به طور همزمان دیده می شوند.

در ترسیم تصویر مایل فرض بر این است که جسم طوری قرار گرفته است که یکی از اضلاع آن روی صفحه افقی است و اضلاع مجاور با محور افقی ($y-x$) زاویه 45° می سازند. در این وضعیت، سه وجه (جلو، بغل و بالا) به طور همزمان واضح دیده می شوند. در این تصویر همه خطوط معرف اضلاع با هم موازیند. تصویر مایل بر دو نوع است (شکل ۹-۱۴). در تصویر کاوالیه، اضلاع جانبی با اندازه واقعی



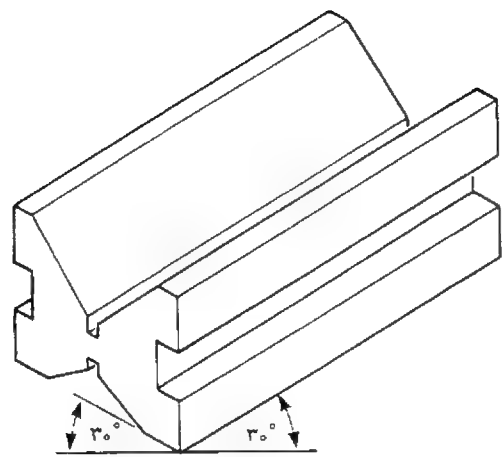
شکل ۹-۱۵ سه نمای پرسپکتیو از بلوک جناغی: (الف) زیر محور؛ (ب) بر محور؛ (ج) بالای محور.

ترسیم کرد: اول محور افقی؛ زیر محور افقی و بالای محور افقی. در شکل ۹-۱۵، روشهای ترسیم پرسپکتیو نشان داده شده‌اند.

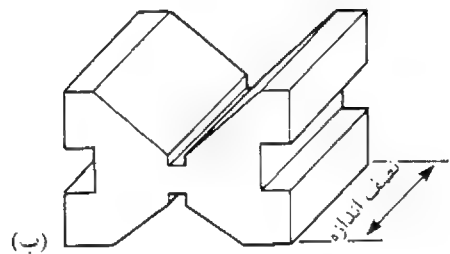
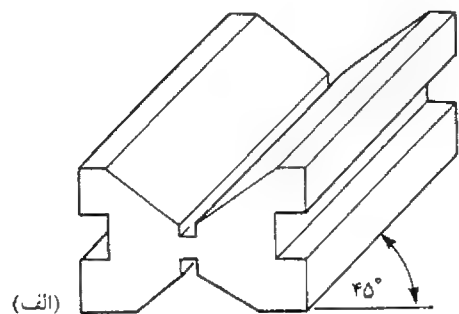
منظور از تهیه طرح کلی با دست، ترسیم نقشه بدون استفاده از ابزارهای نقشه‌کشی مانند پرگار، گونیا، خط‌کش و بدون اندازه‌گیری است. نسبتها با چشم تشخیص داده می‌شوند و اندازه‌گیری انجام نمی‌شود. این روشی سریعتر برای ترسیم نماها و شکل اشیاء، خواه به صورت تصویری و خواه به شکل نقشه مهندسی است. مبتدیان می‌توانند از روش جعبه یا کاغذ شطرنجی استفاده کنند. در روش جعبه (شکل ۹-۱۶) با ابعاد کلی جسم (طول، عرض، ارتفاع) جعبه‌ای ترسیم می‌شود.

نقشه مهندسی

نقشه مهندسی ابزاری برای نمایش وجوه جسم به صورت دوبعدی است تا، در بیشتر موارد، وجوه جسم به اندازه واقعی نشان داده شوند.



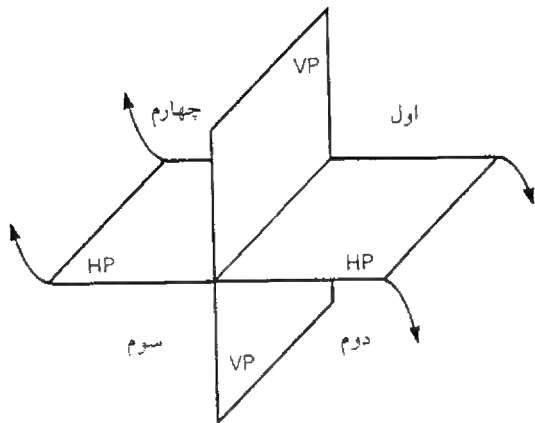
شکل ۹-۱۳ نقشه هم‌مقیاس یک بلوک جناغی.



شکل ۹-۱۴ تصویر مایل یک بلوک جناغی: (الف) نمای کواویه؛ (ب) نمای کابینت.

ترسیم می‌شود. در نتیجه کج به نظر می‌رسند. در تصویر کابینت ضلع با مقیاس $\frac{1}{p}$ رسم می‌شود؛ در نتیجه اعوجاج آن کاهش می‌یابد.

نقشه پرسپکتیو بر این اساس مبتنی است که فرض می‌شود دو ضلع مجاور در نقاط مقابل هم، روی محوری افقی، به هم می‌رسند. در این حالت، به نظر می‌رسد خطوط معرف اضلاع، در قطبهای انتخاب شده محو شوند، و خطوط عمودی معرف ارتفاع، به موازات یکدیگر ادامه پیدا کنند. نماهای پرسپکتیو رادر سه وضعیت می‌توان



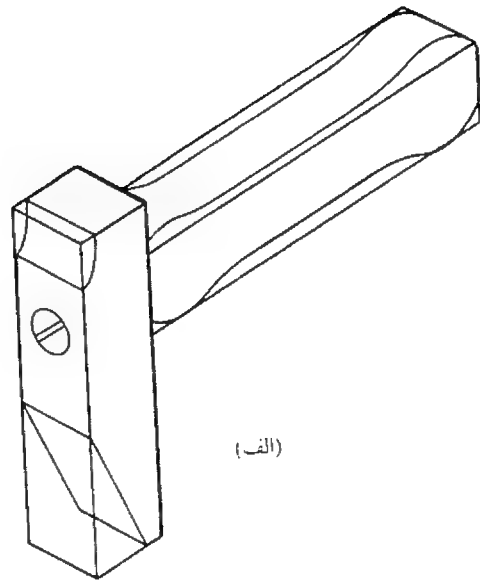
شکل ۹-۱۷ صفحه‌های اصلی تصویر، و چهار ربع. VP = صفحه عمودی؛ HP = صفحه افقی.

از این روش بیشتر برای تهیه نقشه‌های اجرایی تفصیلی یا نقشه قطعات مصنوع یا سیستم مورد نظر برای تولید استفاده می‌شود. در این روش از دو صفحه اصلی تصویر استفاده می‌شود؛ یکی صفحه تصویر افقی (HP) و دیگری صفحه تصویر عمودی (VP) که یکدیگر را با زاویه قائمه قطع می‌کنند و چهار ربع تشکیل می‌دهند (شکل ۹-۱۷). استفاده از دو نوع تصویر متداول است: تصویر ربع اول و تصویر ربع سوم. وقتی جسمی در ربع اول قرار می‌گیرد و نماهای آن روی صفحه‌های اصلی تصویر می‌شوند، تصویر را تصویر ربع اول می‌نامند. برای نشان دادن اصول این روش از جعبه تصویر کمک می‌گیریم (شکل ۹-۱۸). جعبه تصویر ربع اول از ماده‌ای کدر مانند چوب ساخته می‌شود. اصول کار به شرح زیر است:

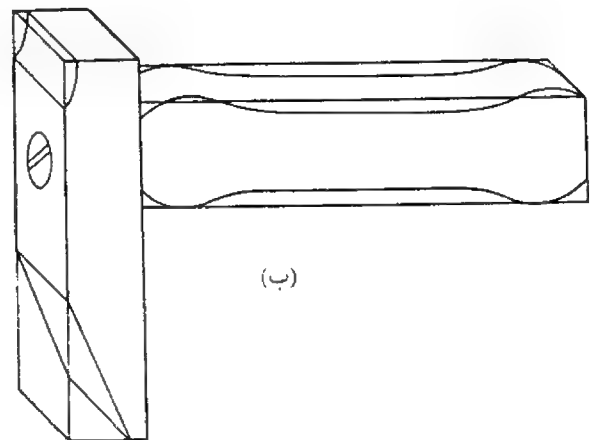
۱. فرض می‌شود که جسم در جعبه معلق است.
۲. در هر نمایی، جسم بین چشمان ناظر و صفحه یا پرده قرار می‌گیرد.
۳. سپس فرض می‌شود هر نما روی صفحه پشت آن نما تصویر شده است.

بنابراین (شکل ۹-۱۹):

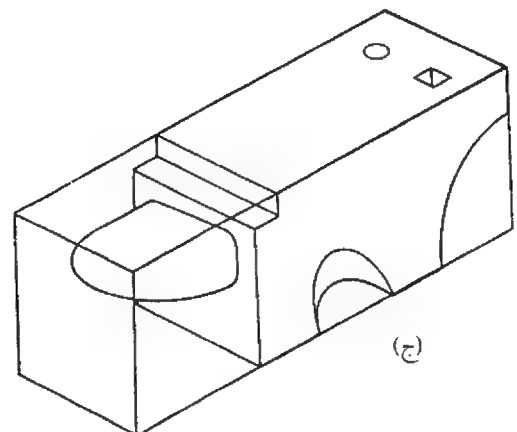
۱. نمای قائم روی صفحه عمودی، تصویر و دیده می‌شود.
۲. نمای افقی (پلان) روی صفحه افقی، تصویر و دیده می‌شود.



(الف)

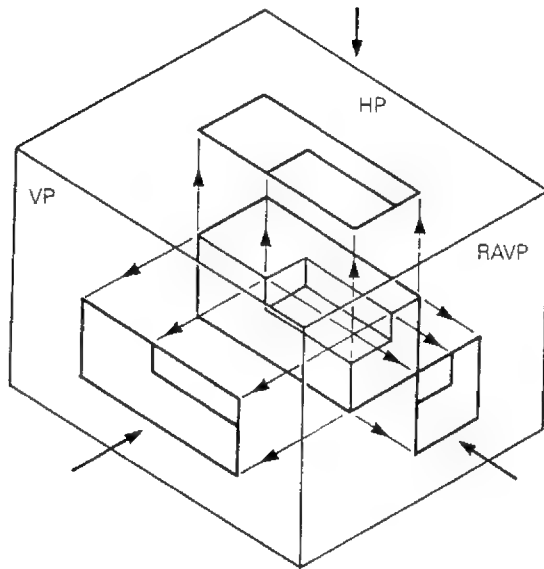


(ب)

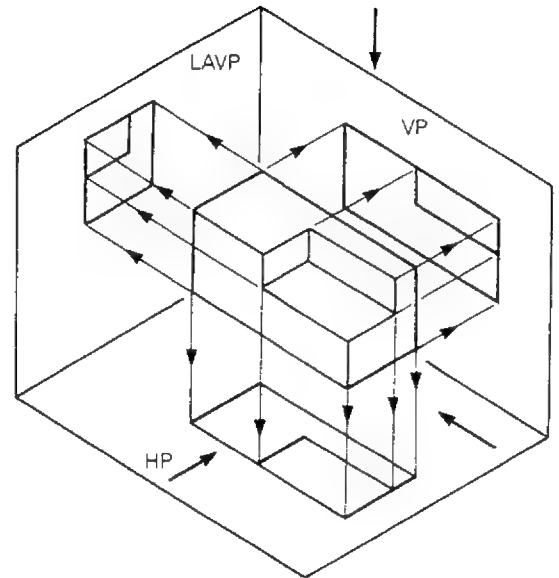


(ج)

شکل ۹-۱۶ در تهیه طرح با دست از روش جعبه استفاده می‌شود: (الف) نمای ایزومتریک چکش؛ (ب) نمای مایل چکش؛ (ج) نمای پرسپکتیو سندان.



شکل ۹-۲۰ جعبه تصویر ربع سوم. RAVP = صفحه عمودی کمکی سمت راست.



شکل ۹-۱۸ جعبه تصویر ربع اول. LAVP = صفحه عمودی کمکی سمت چپ.

۱. جسم همیشه در جعبه معلق است.
۲. صفحه تصویر همواره بین چشمان بیننده و جسم قرار دارد. به عبارت دیگر جسم پشت صفحه شفاف قرار دارد و از پشت آن دیده می شود.

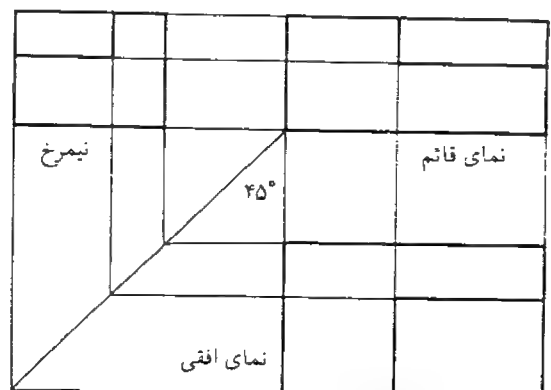
بنابراین (شکل ۹-۲۱):

۱. نمای قائم از پشت صفحه عمودی دیده می شود و فرض بر این است که روی همان صفحه تصویر می شود.
۲. نمای افقی (پلان) از پشت صفحه افقی دیده و روی آن تصویر می شود.
۳. نیمرخ چپ از پشت صفحه عمودی کمکی چپ دیده و روی آن تصویر می شود.
۴. نیمرخ راست از پشت صفحه عمودی کمکی راست دیده و روی آن تصویر می شود.

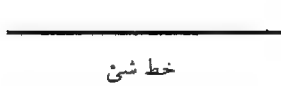
یادآوری می کنیم که تصویرهای ربع دوم و چهارم ترسیم نمی شوند، زیرا عملاتی توان در ربعهای دوم یا چهارم تصویر کرد و نماها را به روشنی روی صفحه های اصلی دید. وقتی صفحه افقی به پایین می چرخد تا سطحی تخت مانند ورق نقشه ایجاد کند، نماهای واقع در این دو ربع یکدیگر را می پوشانند.

۳. نیمرخ چپ روی صفحه عمودی کمکی راست، تصویر و دیده می شود.
۴. نیمرخ راست روی صفحه عمودی کمکی چپ، تصویر و دیده می شود.

فرایند تصویر کردن نماهای جسم معلق در ربع سوم، روی صفحه اصلی را تصویر ربع سوم می نامند. جعبه تصویر مورد استفاده برای نشان دادن اصول تصویر در ربع سوم از ماده ای شفاف مانند شیشه ساخته می شود (شکل ۹-۲۰). اساس کار به ترتیب زیر است:

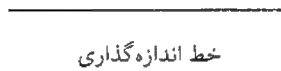


شکل ۹-۱۹ تصویر ربع اول.



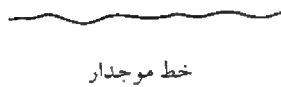
خط شنی

پیوسته و سیاه؛ برای نشان دادن خطوط مرئی پیرامونی و اضلاع جسم به کار می‌رود



خط اندازه‌گذاری

پیوسته و نازک؛ برای تصویرکردن، اندازه‌گذاری، ترسیم خطوط راهنما و هاشورزدن به کار می‌رود.



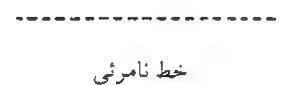
خط موجدار

پیوسته، نازک و ناهموار؛ برای نشان دادن حدود نماها و برشها به کار می‌رود.



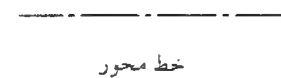
خط شکسته

پیوسته، نازک و شکسته؛ برای نشان دادن حدود نماها و برشهای قطع شده به کار می‌رود.



خط نامرئی

خط چین نازک؛ برای نشان دادن خطوط مخفی پیرامونی و اضلاع مخفی به کار می‌رود.



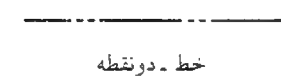
خط محور

خط - نقطه نازک؛ برای نشان دادن محورها، خطوط تقارن، خطوط گام و دایره‌های گام به کار می‌رود.



خطوط صفحه برش

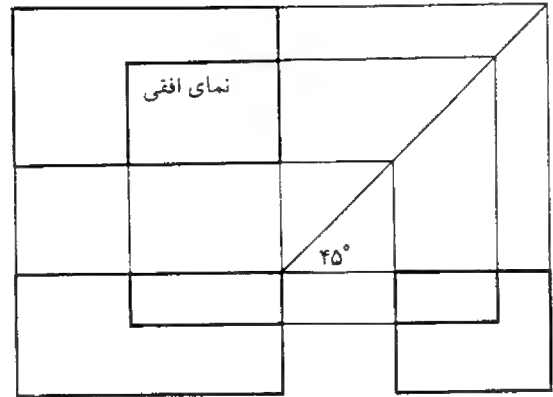
خط - نقطه نازک، که در انتهای پاره خطها و نقاط تغییر مسیر سیاه می‌شود؛ به عنوان صفحه برش به کار می‌رود.



خط - دو نقطه

خط - نقطه نازک با دو نقطه؛ برای ترسیم خطوط پیرامونی و اضلاع قطعات مجاور، خطوط پیرامونی و اضلاع قطعات بدیل و آخرین حد حرکت قطعات متحرک به کار می‌رود. برای نشان دادن خطوط پیرامونی اولیه، پیش از شکل دادن، و برای نشان دادن خطوط ختمکاری روی الگوهای گسترده نیز به کار می‌رود.

شکل ۹-۲۲ انواع خط.



نمای قائم

نیمرخ

شکل ۹-۲۱ تصویر ربع سوم.

انواع خط

نقشه‌کشی روشی برای بیان یا انتقال تصویری ایده‌هاست.

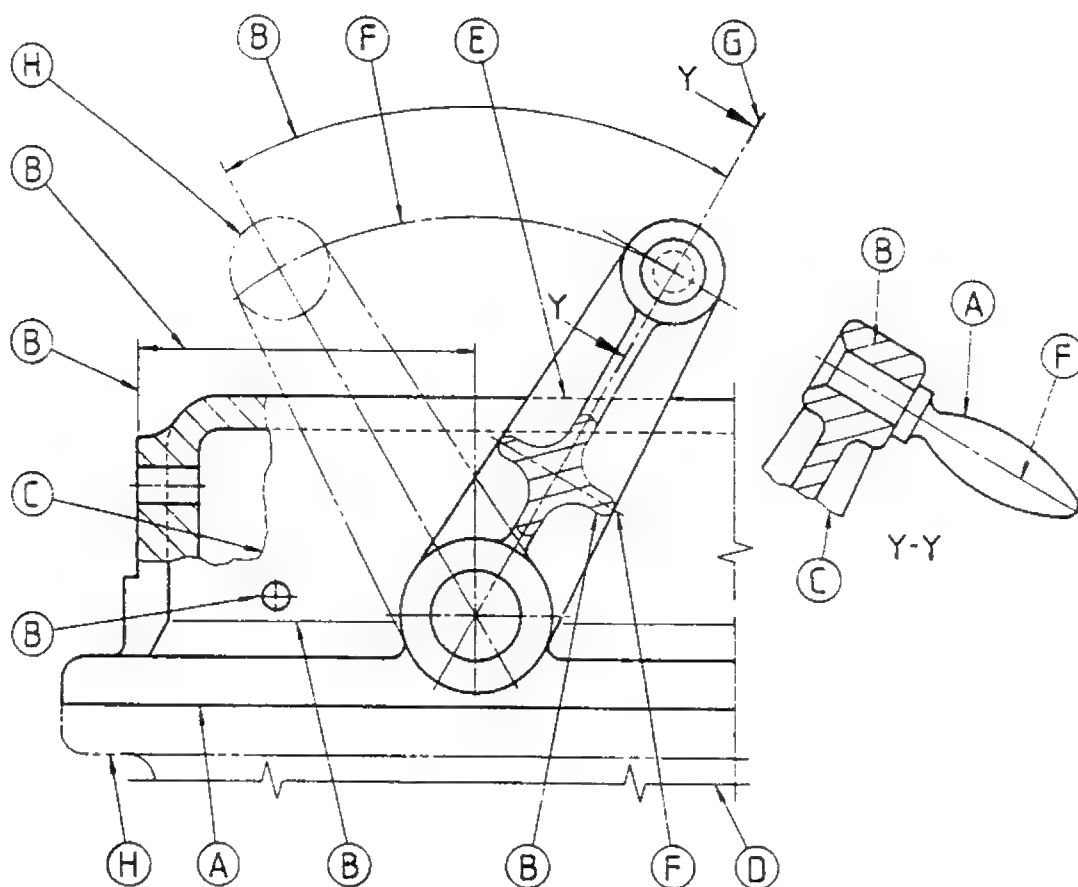
خطوط نیز مانند کلمات می‌توانند نکاتی را منتقل کنند. خطوط مختلف معانی متفاوتی دارند: در شکل ۹-۲۲ انواع مختلف خط، که در نقشه‌کشی به کار می‌رود، نشان داده شده است. شکل ۹-۲۳ کاربردهای عملی خطوط مختلف را نشان می‌دهد.

برش زدن

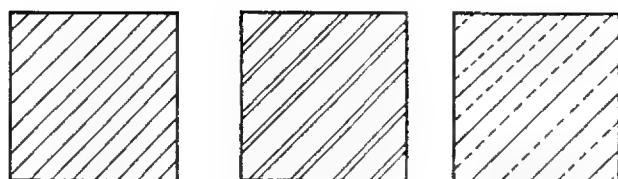
برش زدن از روشهایی است که در ترسیم نقشه‌های اجرایی به کار می‌رود تا خصوصیات داخلی قطعات و مجموعه‌هایی را نشان دهد که در نماهای خارجی دیده نمی‌شوند.

برای برش (مقطع) زدن قطعه از صفحه‌های فرضی استفاده می‌شود تا با حذف فرضی نزدیکترین بخشها، جزئیات داخلی را آشکار کنند.

صفحه برش خطی است که روی نقشه رسم می‌شود تا ناحیه برش فرضی جسم را نشان دهد. این خط با پیکانهایی همراه است که امتداد تصویر را نشان می‌دهند. فرض می‌شود بخشی که پشت صفحه برش قرار دارد برداشته شده



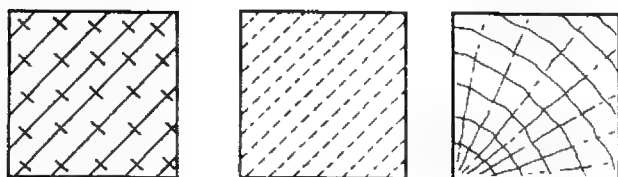
شکل ۹-۲۳ کاربرد خطوط مختلف در نقشه کشی.



انواع چدن

فولاد

برنز،
برنج،
مس



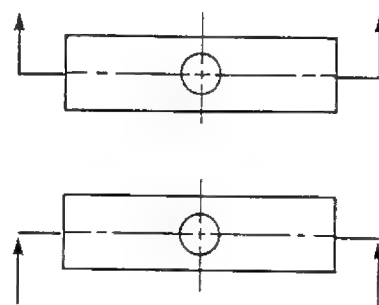
آلومینیم،
منیزیم

شیشه،
مرمر

چوب

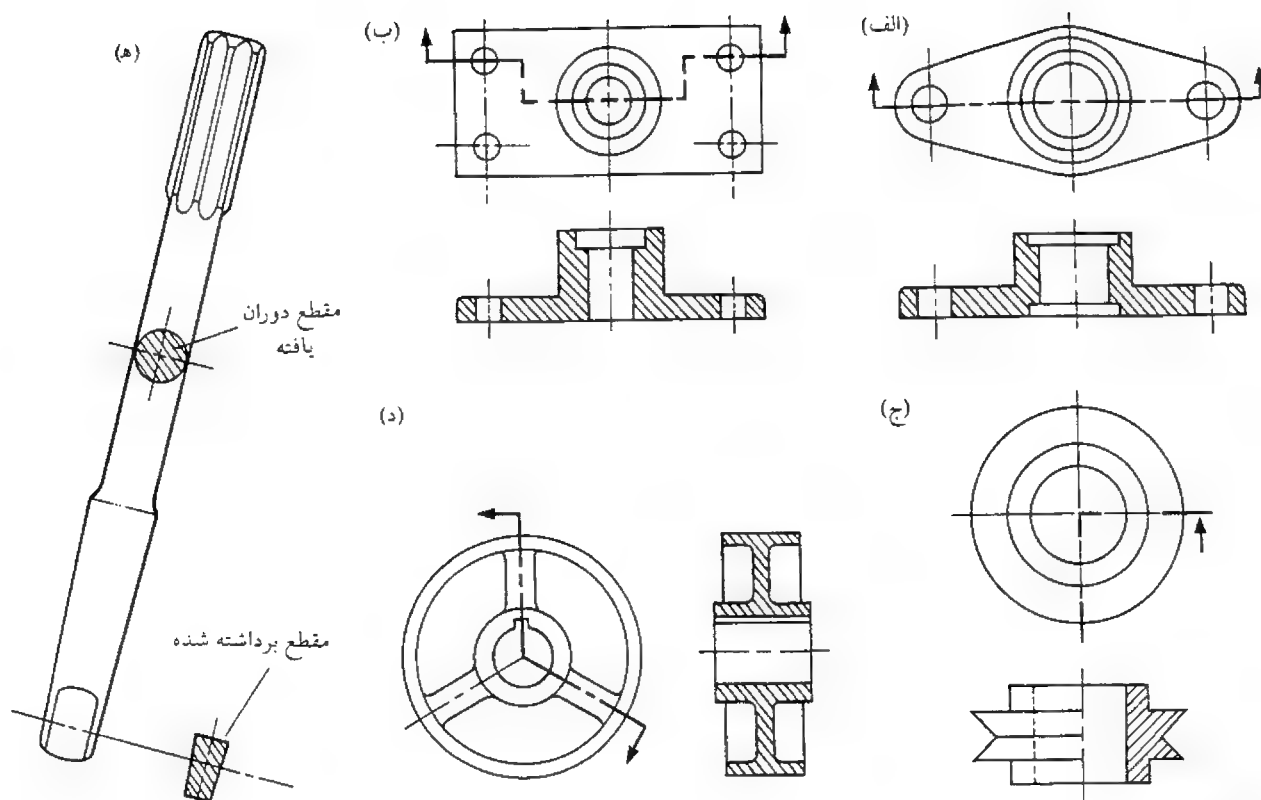
شکل ۹-۲۵ سایه زدن.

سایه زدن نقشه، شکل و جنس قطعه بهتر نشان داده می شود (شکل ۹-۲۵).



شکل ۹-۲۴ صفحه برش.

و خصوصیات بخش باقیمانده نمایان شده است. در شکل ۹-۲۴ روشهای نمایش صفحه برش مشاهده می شود. منظور از سایه زدن نشان دادن بخشهای توپری است که با صفحه برش بریده شده اند. برای این کار یک رشته خط موازی، با زاویه 45° ، در ناحیه مورد نظر رسم می شود. این فرایند را هاشور زدن نیز می نامند. هاشور را نباید موازی، یا تقریباً موازی با هیچ یک از خطوط پیرامونی ترسیم کرد. با



شکل ۹-۲۶ انواع مقطع: الف) مقطع کامل؛ ب) نیم مقطع؛ ج) مقطع خارج از مرکز؛ د) مقطع همراه؛ ه) مقطع دوران یافته و مقطع برداشته شده.

می شود یا آن را روی نمای خارجی قطعه می اندازند. در مقطع برداشته شده، مقطع عرضی بیرون از نمای مفروض قطعه ترسیم می شود.

اندازه گذاری

اندازه گذاری روشی است که طراح یا نقشه کش، به کمک آن، اندازه های قطعه را، روی نقشه اجرایی نشان می دهد. با اندازه گذاری می توان وضعیت نسبی خصوصیات قطعه را نشان داد.

ابعاد به دو دسته اصلی تقسیم می شوند: ابعاد کلی و ابعاد جزئی (شکل ۹-۲۷). ابعاد کلی اندازه کلی جسم را نشان می دهند. سه بُعدی که ابعاد کلی را تشکیل می دهند عبارت اند از طول کل، عرض کل و ارتفاع کل. ابعاد جزئی وضعیت نسبی خصوصیات قطعه را نشان می دهند.

نقشه اندازه گذاری شده خصوصیات زیر را دارد (شکل ۹-۲۸): خطوط رابط، خطوط اندازه، پیکان، خطوط راهنما،

گاهی اوقات، بعضی از خصوصیات که باید نشان داده شوند، همراه نیستند، یا با خصوصیات دیگر در یک راستا قرار ندارند. در چنین مواردی، صفحه برش را طوری تغییر می دهند که تا حد امکان از تعداد بیشتری از این خصوصیات بگذرند. شکل صفحه برش، نوع مقطع را نشان می دهد. در شکل ۹-۲۶ انواع مقطع نشان داده شده است.

وقتی صفحه برش، به خط مستقیم، از جسم می گذرد، نمای برش خورده را مقطع کامل می نامند. در نیم مقطع، دو صفحه برش که با هم زاویه 90° می سازند، یک ربع از قطعه را برمی دارند. در مقطع خارج از مرکز، از دو یا چند صفحه برش موازی برای بریدن قطعه استفاده می شود. در مقطع همراه از دو صفحه برش، که با هم زاویه 90° می سازند، به ویژه در جایی که سوراخها، بستها، دنده ها و پره ها باید همراه شوند، استفاده می شود. بدین ترتیب از ترسیم نماهای معوج و گمراه کننده جلوگیری می شود؛ با همراهی کردن قطعات، رابطه حقیقی آنها با سایر قطعات حفظ می شود. در مقطع دوران یافته، مقطع عرضی قطعه نشان داده

استفاده در آن را به کار بگیرید.

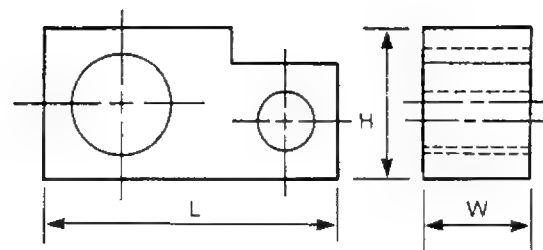
همبندها و وسایل قفل کن

همبند نام مجموعه‌ای از وسایل و روشهای به هم بستن قطعات است. همبندها عبارت‌اند از پیچ مهره و مهره، پیچ (پیچ ماشین، پیچ تنظیم و پیچ دوسر)، پرچ، خار و جاخار، طوقه، کلاچ، لحیمکاری، زردجوشکاری و جوشکاری. جوشکاری روشی برای همبندی دائمی است. لحیمکاری و زردجوشکاری را می‌توان دائمی یا موقتی به شمار آورد. سایر روشها کاملاً موقتی هستند. در شکل ۹-۳۰ بعضی از همبندهای متداول نشان داده شده است. در همین شکل تعدادی از وسایل قفل‌کن هم مشاهده می‌شود. از این وسایل برای جلوگیری از شل شدن پیچ مهره‌ها، مهره‌ها و پیچها استفاده می‌کنند. در شکل ۹-۳۱ چند نوع خار و جاخار نشان داده شده است.

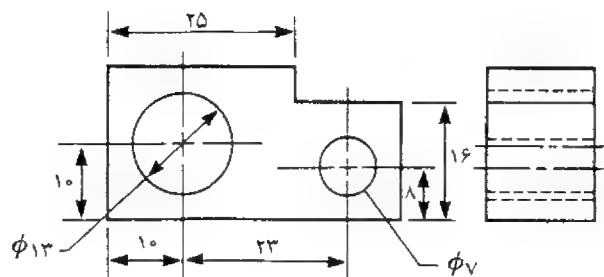
ترسیم و به کارگیری مقیاس

هرگاه ابعاد کاغذ نقشه‌کشی اجازه دهد، بهتر است نقشه قطعات را با اندازه واقعی ترسیم کرد. گاهی قطعه به اندازه‌ای بزرگ است که نمی‌توان آن را با اندازه واقعی روی کاغذ ترسیم کرد؛ یا به اندازه‌ای کوچک است که اگر با اندازه واقعی ترسیم شود، نقشه حاصل را نمی‌توان خواند. در هر دو حالت باید مقیاس مناسبی انتخاب کنید تا نقشه قابل خواندن یا قابل ترسیم روی کاغذ نقشه‌کشی شود.

مقیاس را معمولاً ضربی از ۲، ۵ یا ۱۰ می‌گیرند. مثلاً برای بزرگ کردن نقشه قطعه می‌توان از مقیاسهای ۱:۱۰، ۱:۵ یا ۲:۱ استفاده کرد. معنای مقیاس ۱:۱۰ این است که طول خط روی نقشه ۱۰ برابر اندازه واقعی است؛ مقیاس ۵:۱ نشان می‌دهد که طول خط روی نقشه ۵ برابر اندازه واقعی است و غیره. به همین ترتیب، برای کاهش اندازه، می‌توان از مقیاسهای ۱:۲، ۱:۵ یا ۱:۱۰ استفاده کرد. از این نوع مقیاس بیشتر در ترسیم نقشه‌های اجرایی تفصیلی استفاده می‌شود. معنای مقیاس ۱:۲ این است که هر خط روی نقشه معادل نصف طول واقعی آن روی قطعه است؛ مقیاس ۱:۵ یعنی

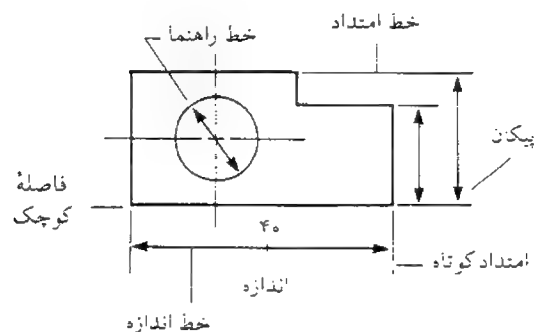


(الف)



(ب)

شکل ۹-۲۷ انواع بُعد: (الف) ابعاد کلی؛ (ب) ابعاد جزئی.



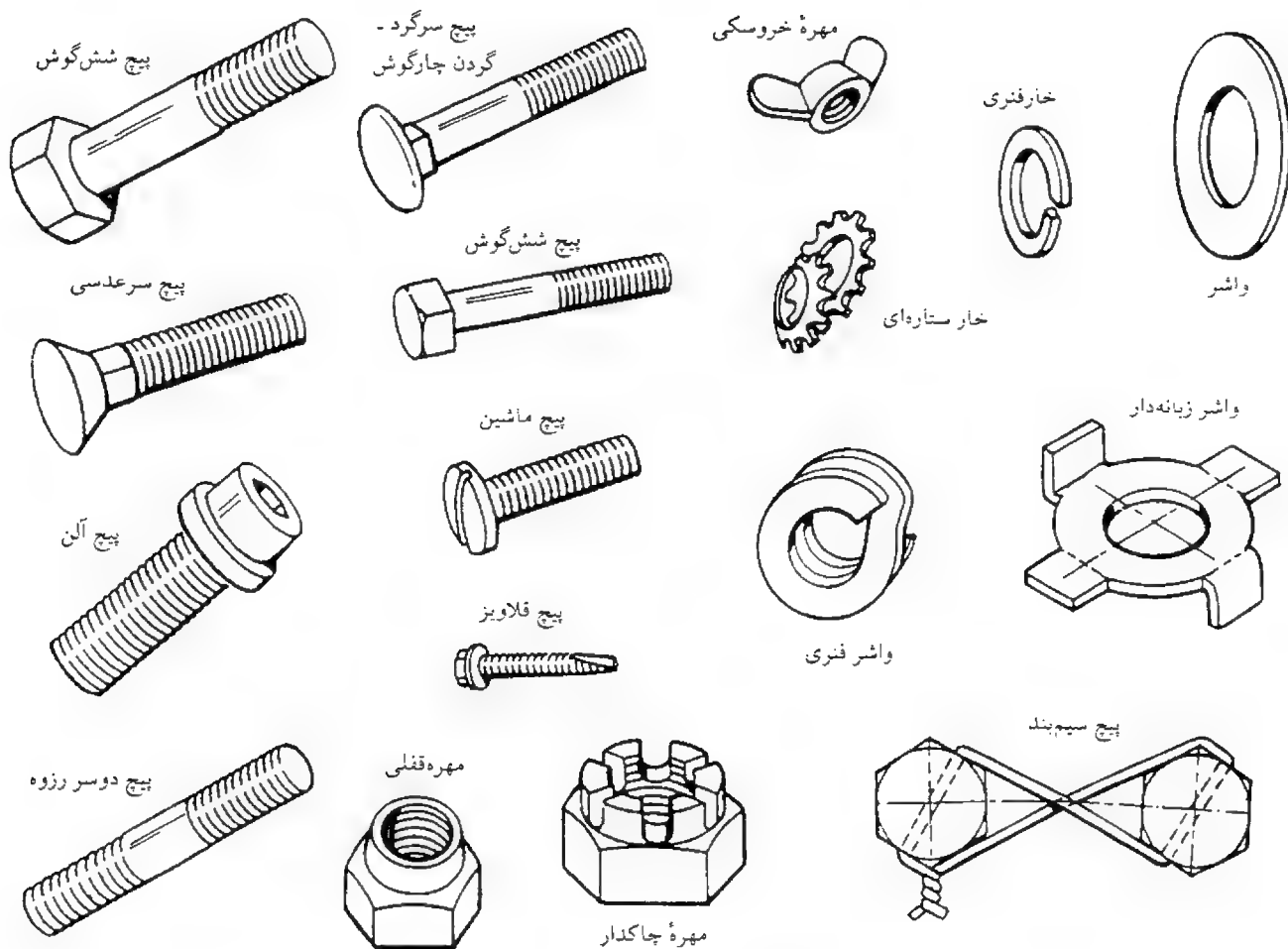
شکل ۹-۲۸ خصوصیات مورد استفاده در اندازه‌گذاری.

اعداد، یادداشتها و نمادها.

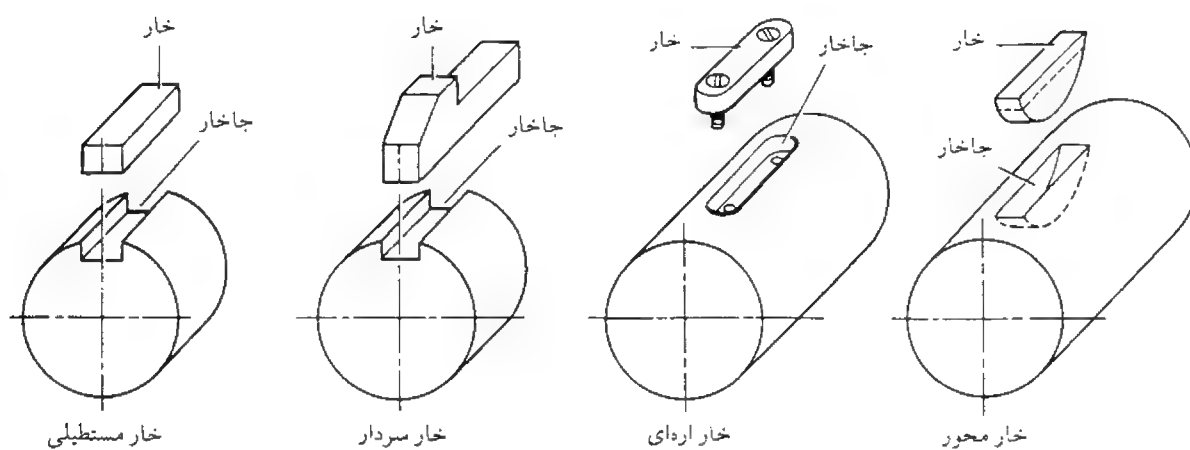
در هنگام اندازه‌گذاری نقشه اجرایی، باید تا حد امکان قواعد زیر را رعایت کنید:

۱. اندازه‌ها را نزدیک به نمایی بگذارید که شکل خصوصیت مورد نظر را بهتر نشان می‌دهد.
۲. هر خصوصیت را فقط یک بار اندازه‌گذاری کنید.
۳. در صورت امکان اندازه‌ها را بین نماها بگذارید.
۴. در صورت امکان مبنایی تعیین کنید و اندازه‌ها را نسبت به آن بگذارید.

در شکل ۹-۲۹ نمونه‌های مختلف اندازه‌گذاری نشان داده شده است. آن را به دقت مطالعه کنید و فنون مورد



شکل ۹-۳۰ همبندها و وسایل قفل کن.



شکل ۹-۳۱ خارها و جاخارها.

برای ترسیم مقیاس ساده باید:

۱. خطی افقی با طول مورد نظر ترسیم، و نقاط لازم را روی آن مشخص کنید.

این که هر خط معرف یک - پنجم اندازه واقعی است و غیره. مقیاس کامل یا یک به یک به صورت ۱:۱ نشان داده می شود. مقیاس ساده (شکل ۹-۳۲ الف) یکی از مقیاسهای مورد استفاده در نقشه کشی است. این مقیاس شبیه خط کش است.

۲. از هریک از این نقاط خطوط عمودی تا ارتفاع مناسب ترسیم کنید.

۳. مستطیل به دست آمده را مطابق شکل ۹-۳۲ (الف) کامل کنید.

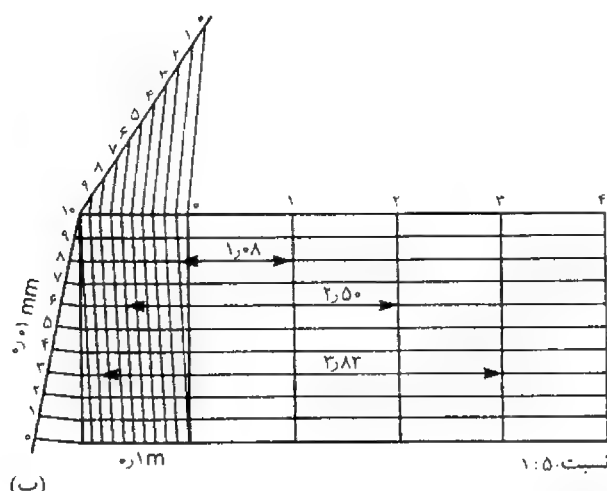
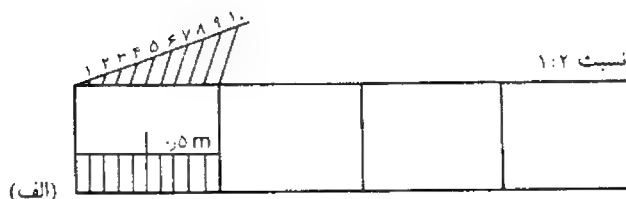
۴. خط رسم شده در سمت چپ را به قطعات مساوی تقسیم کنید (۱۰ بخش مساوی در شکل ۹-۳۲ الف).

مقیاس قطری (شکل ۹-۳۲ ب) صورت دیگری از مقیاس ساده است که به کمک آن می توان اندازه ها را برحسب اعشار ترسیم کرد و خواند. این مقیاس براساس مثلثهای متشابه ترسیم می شود:

۱. واحد مقیاس اصلی را، به صورت خطی با طول کافی، به روشی که در مورد مقیاس ساده گفته شد، ترسیم کنید.
۲. ارتفاع مناسبی انتخاب و براساس آن مستطیلی ترسیم کنید.

۳. این مقیاس را، بسته به اعشار مورد نظر، به بخشهای مساوی تقسیم کنید (۱۰ بخش).

۴. از هر نقطه، خطی افقی ترسیم کنید.



شکل ۹-۳۲ مقیاسها: (الف) مقیاس ساده؛ (ب) مقیاس قطری.

۵. نخستین واحد اصلی را، مثلاً، به ۱۰ بخش مساوی تقسیم کنید.

۶. این تقسیمات را به خط بالایی انتقال دهید.

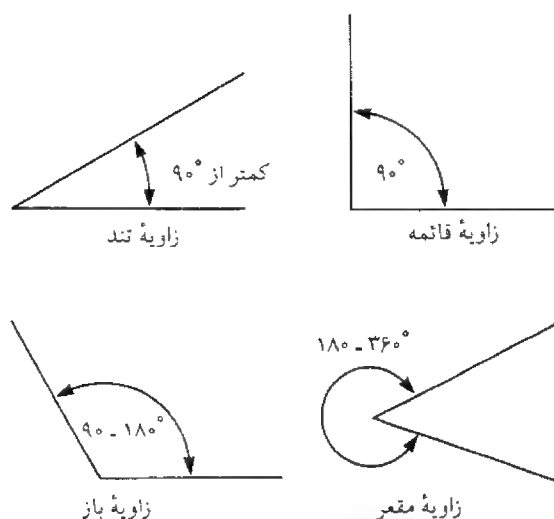
۷. از هر نقطه روی خط بالایی، خطی به نقطه بعدی سمت راست، روی خط پایینی، رسم کنید.

با استفاده از این روش، که در شکل ۹-۳۲ نشان داده شده است، می توان تا ۱۰ متر را اندازه گیری کرد.

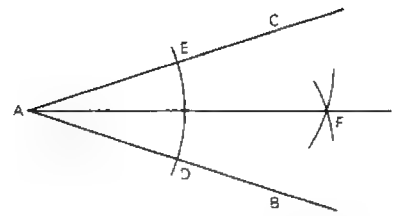
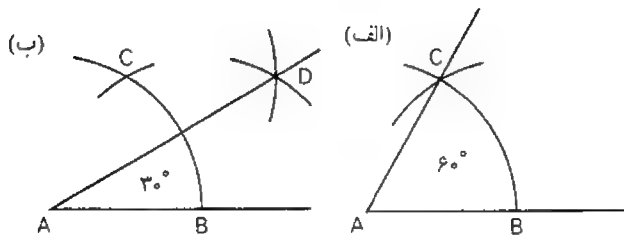
ترسیمهای هندسی

بیشتر خطوط مورد استفاده برای ترسیم نماهای مختلف هر قطعه را می توان با استفاده از ابزارهای نقشه کشی ترسیم کرد. اما باید بتوانید از ترسیمهای هندسی نیز استفاده کنید. این ترسیمها در نقشه کشی و حل مسائل مربوط به نمودارها، و نیز ترسیم شکلهای هندسی و بیضوی اهمیت بسزایی دارند.

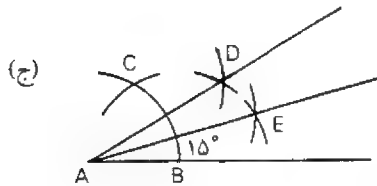
زاویه، شیب دو خط راست است که در یک نقطه به هم برخورد می کنند. زاویه برحسب درجه ($^{\circ}$) اندازه گیری می شود. یک دایره کامل 360° است. زاویه چهار نوع اصلی دارد (شکل ۹-۳۳):



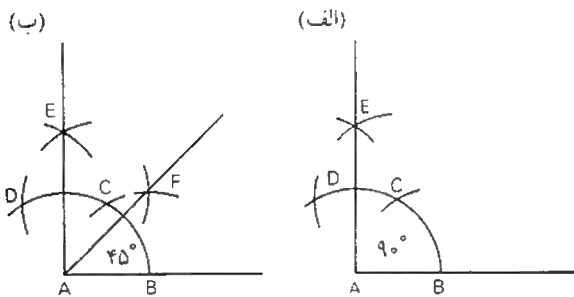
شکل ۹-۳۳ انواع زاویه.



شکل ۹-۳۴ نحوه ترسیم نیمساز زاویه.



شکل ۹-۳۵ نحوه ترسیم زوایای: الف) 60° ؛ ب) 30° ؛ ج) 15° .



شکل ۹-۳۶ نحوه ترسیم زوایای: الف) 90° ؛ ب) 45° .

ترسیم زوایای 90° و 45° (شکل ۹-۳۶):

۱. خطی به طول مناسب رسم کنید و یک سر آن را A بنامید.
۲. به مرکز A و شعاع دلخواه کمانی ترسیم کنید تا این خط را در نقطه B قطع کند.
۳. به مرکز B و همان شعاع، کمانی رسم کنید تا کمان اول را در نقطه D قطع کند.
۴. به مرکز C و همان شعاع، کمان دیگری رسم کنید تا کمان اول را در نقطه D قطع کند.
۵. به مرکزهای D و C، دو کمان قاطع در نقطه E ترسیم کنید.
۶. خط AC را رسم کنید تا زاویه مورد نظر به دست آید.
۷. نیمساز زاویه 90° را رسم کنید تا زاویه 45° به دست آید.

ترسیم مثلی که محیط و نسبت اضلاع آن مفروض است (شکل ۹-۳۷ الف):

۱. خط مستقیم AB را طوری رسم کنید که طول آن با محیط

۱. زاویه تند یا حاده - زاویه کمتر از 90° ؛

۲. زاویه راست یا قائمه - زاویه 90° ؛

۳. زاویه باز یا منفرجه - زاویه بین 90° و 180° ؛

۴. زاویه مقعر - زاویه بین 180° و 360° .

برای رسم نیمساز زاویه (شکل ۹-۳۴):

۱. زاویه مفروض را رسم کنید (ABC)

۲. به مرکز رأس (A) و هر شعاع دلخواه، کمانی رسم کنید تا دو ضلع AB و AC را به ترتیب در نقاط D و E قطع کند.

۳. به مرکزهای D و E و همان شعاع یا هر شعاع دیگری که از نصف DE کمتر نباشد، دو کمان رسم کنید تا یکدیگر را در نقطه F قطع کنند.

۴. خط AF نیمساز زاویه ABC است.

برای ترسیم زوایای 60° ، 30° و 15° (شکل ۹-۳۵):

۱. خطی به طول مناسب رسم کنید و یک سر آن را A بنامید.

۲. به مرکز A و به شعاع دلخواه، کمانی ترسیم کنید تا خط مستقیم را در B قطع کند.

۳. به مرکز B و همان شعاع، کمان دیگری ترسیم کنید تا کمان اول را در نقطه C قطع کند.

۴. نقاط A و C را به هم متصل کنید تا ضلع دوم زاویه 60° به دست آید.

۵. نیمساز زاویه 60° را ترسیم کنید تا زاویه 30° به دست آید.

۶. نیمساز زاویه 30° را رسم کنید تا زاویه 15° به دست آید.

ترسیم مثلی که وتر و یک ضلع آن مفروض است (شکل ۹-۳۷ ب):

۱. وتر مفروض QR را ترسیم کنید.
۲. نیمدایره ای روی وتر رسم کنید.
۳. به مرکز و شعاعی معادل با طول مفروض، کمانی رسم کنید تا نیمدایره را در S قطع کند.
۴. خطوط QS و RS را رسم کنید تا مثلث مورد نظر به دست آید.

زاویه QSR قائمه است.

ترسیم مثلی که وتر و یک زاویه تند آن مفروض است:

۱. وتر QR را رسم کنید.
۲. نیمدایره ای روی وتر ترسیم کنید.
۳. زاویه مفروض را، به رأس R، ترسیم کنید تا نیمدایره را در S قطع کند.
۴. خط QS را بکشید تا مثلث کامل شود.

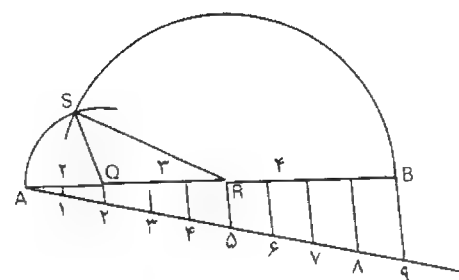
زاویه QSR قائمه است.

سطوح قطعات غالباً از خطوط و کمانها تشکیل می شود. بنابراین باید با نحوه اتصال خط به کمان، از طریق ترسیم هندسی، آشنا شوید.

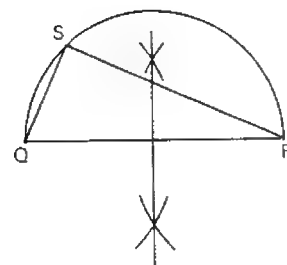
ترسیم کمان مماس بر دو خط راست مفروض (شکل ۹-۳۸ الف):

۱. خطوط راست مفروض را رسم کنید.
۲. خطوطی موازی با خطوط راست مفروض، در فاصله ای معادل با شعاع کمان مفروض رسم کنید.
۳. نقطه برخورد خطوط اخیر، مرکز کمان مورد نظر است.
۴. کمان را ترسیم کنید تا خطوط مفروض را به هم متصل کند.
۵. خطوطی که از مرکز کمان، عمود بر خطوط مفروض رسم شوند، نقاط تماس را نشان می دهند.

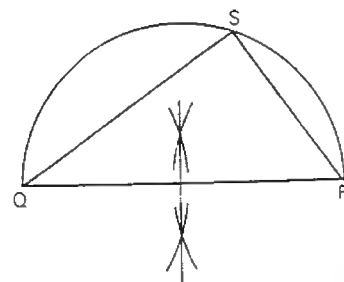
(الف)



(ب)



(ج)



شکل ۹-۳۷ نحوه ترسیم مثلث: (الف) محیط و نسبت اضلاع مفروض است. (ب) وتر و یک ضلع مثلث مفروض است. (ج) وتر و یک زاویه تند مفروض است.

مثلث مفروض برابر باشد.

۲. این خط را به نسبت مفروض تقسیم کنید (در این مثال ۲:۳:۴).

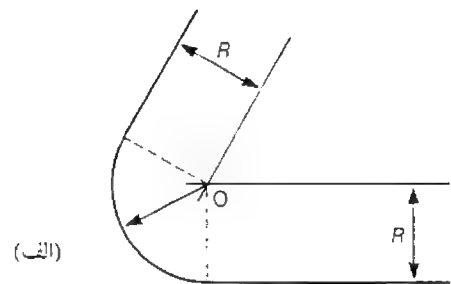
۳. دو سر نسبت میانی را نشانه گذاری کنید و آنها را Q و R بنامید.

۴. به مرکز R و شعاعی معادل با نسبت اول، کمانی ترسیم کنید.

۵. به مرکز Q و شعاعی معادل با نسبت سوم، کمان دیگری ترسیم کنید تا کمان اول را در نقطه S قطع کند.

۶. خطوط QS و RS را ترسیم کنید تا مثلث مورد نظر حاصل شود.

ترسیم کمانی برای اتصال دو خط راست مفروض با زاویه قائمه (شکل ۳۸-۹ ب):

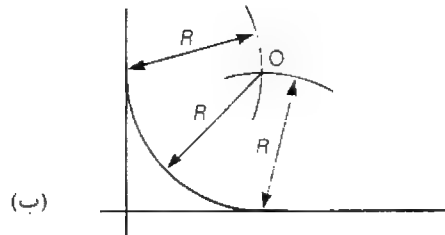


(الف)

۱. خطوط مفروض را رسم کنید.
۲. از سرهای این دو خط، دو کمان به شعاعی معادل با شعاع کمان مفروض رسم کنید تا در نقطه O یکدیگر را قطع کنند.

۳. به مرکز O و همان شعاع، کمانی رسم کنید تا دو خط را به هم متصل کند.

ترسیم کمانی مماس بر خط راست مفروض و گذرنده از نقطه ای مفروض (۳۸-۹ ج):



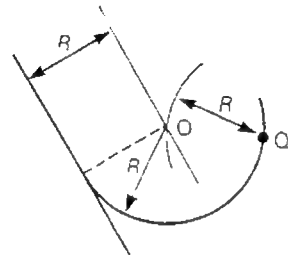
(ب)

۱. خط راست مفروض را بکشید و نقطه مفروض Q را مشخص کنید.

۲. خطی به موازات خط راست مفروض، در فاصله ای معادل با شعاع کمان مفروض، R، ترسیم کنید.

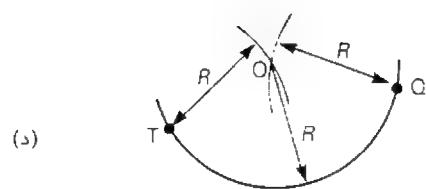
۳. به مرکز Q و شعاع R، کمانی رسم کنید تا خط موازی را در نقطه O قطع کند.

۴. به مرکز O، کمان مورد نظر را ترسیم کنید.



(ج)

ترسیم کمانی که از دو نقطه مفروض می گذرد (شکل ۳۸-۹ د):



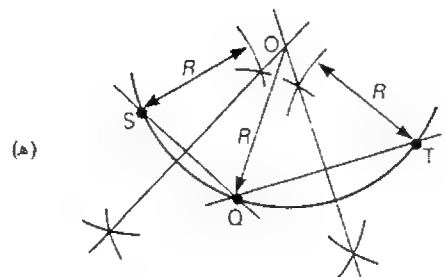
(د)

۱. نقاط مفروض Q و T را مشخص کنید.

۲. به مرکزهای Q و T و شعاع مفروض کمان، دو کمان رسم کنید تا یکدیگر را در O قطع کنند.

۳. به مرکز O و شعاع مفروض کمان، کمان مورد نظر را رسم کنید.

ترسیم کمانی که از سه نقطه مفروض می گذرد (شکل ۳۸-۹ ه):



(ه)

۱. نقاط مفروض S، Q و T را مشخص کنید.

۲. این نقاط را با دو خط راست QS و QT به هم متصل کنید.

۳. عمود منصف خطوط QS و QT را رسم کنید.

۴. این عمود منصفها را امتداد دهید تا یکدیگر را در نقطه O

شکل ۳۸-۹ نحوه اتصال خط به کمان: (الف) کمانی که دو خط راست متقاطع را به هم متصل می کند؛ (ب) کمانی که دو خط راست عمود بر هم را به هم متصل می کند؛ (ج) کمانی که دو خط راست و نقطه ای مفروض را به هم متصل می کند؛ (د) کمان گذرا از دو نقطه مفروض؛ (ه) کمان گذرا از سه نقطه مفروض.

قطع کنند.

۵. به مرکز O و شعاع مفروض، کمان مورد نظر را ترسیم کنید.

دایره‌ها و مماسها

دایره مکان هندسی نقطه‌ای است که به فاصله‌ای ثابت، حول نقطه‌ای ثابت می‌چرخد. دایره بخشهای مختلفی به شرح زیر دارد (شکل ۹-۳۹).

۱. محیط کل فاصله‌ای است که روی دایره پیموده می‌شود.

۲. مرکز نقطه‌ای است واقع در وسط دایره.

۳. قطر خط راستی است که از مرکز دایره می‌گذرد و دو نقطه روی محیط دایره را به هم متصل می‌کند. نسبت محیط دایره به قطر آن ثابت است. این نسبت را با حرف یونانی π (پی) نشان می‌دهند. مقدار π تقریباً برابر است با ۳٫۱۴۱۵۹.

۴. شعاع خط راستی است که از مرکز دایره به محیط آن رسم می‌شود. طول شعاع نصف قطر است.

۵. وتر هر خط راستی به غیر از قطر است که دو نقطه از محیط دایره را به هم متصل کند.

۶. قطعه سطحی از دایره است که بین یک وتر و یک کمان محصور شده است.

۷. قطاع سطحی از دایره است که بین دو شعاع و یک کمان محصور شده است.

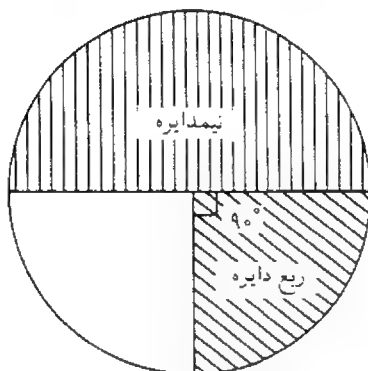
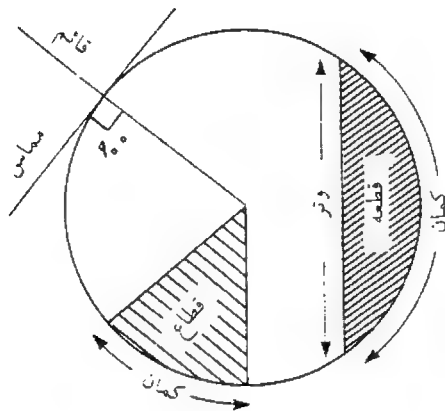
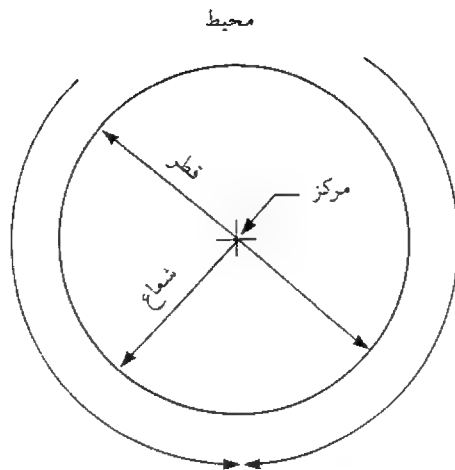
۸. کمان بخشی از محیط دایره است که بین دو سر یک وتر یا قطاع قرار دارد.

۹. نیم‌دایره بخشی از دایره است که بین یک قطر و یک کمان محصور شده است.

۱۰. ربع دایره بخشی از دایره است که بین دو شعاع عمود بر هم و یک کمان محصور شده است. ربع دایره معادل یک چهارم دایره است.

۱۱. مماس خط راستی است که فقط در یک نقطه روی محیط دایره، با آن برخورد می‌کند.

۱۲. قائم خط راستی است که از مرکز دایره می‌گذرد و بر مماس بر دایره عمود است.



شکل ۹-۳۹ بخشهای مختلف یک دایره.

ترسیم مماس بر نقطه‌ای روی محیط دایره (شکل ۹-۴۰ الف):

۱. دایره مفروض را ترسیم و نقطه مفروض Q را روی آن مشخص کنید.

۲. خط راستی ترسیم کنید که از مرکز دایره، R، و نقطه مفروض Q بگذرد.

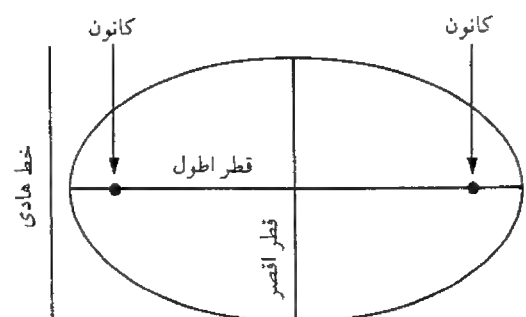
ترسیم مماس داخل بر دو دایره (شکل ۹-۴۰ د):

۱. دو دایره مفروض را به شعاعهای R_1 و R_2 ترسیم کنید.
۲. مرکزهای دو دایره، P و Q ، را به هم متصل کنید.
۳. عمود منصف QP را رسم کنید و نیمدایره‌ای روی آن بکشید.
۴. به مرکز دایره بزرگتر، دایره سومی به شعاع $R_1 + R_2$ رسم کنید تا نیمدایره را در S قطع کند.
۵. خط QS را رسم کنید تا دایره اول (R_1) را در T قطع کند.
۶. خطی از P به موازات QS رسم کنید تا دایره را در نقطه W قطع کند.
۷. خطی که از نقاط T و W بگذرد، مماس مورد نظر است.

بیضی و ترسیم آن

بیضی مکان هندسی نقطه‌ای است که چنان حرکت می‌کند که مجموع فواصل آن از دو نقطه ثابت، به نام کانونهای بیضی، همواره مقداری ثابت و معادل با نصف قطر اطول (بزرگتر) بیضی است. بیضی بخشهای مختلفی به شرح زیر دارد (شکل ۹-۴۱).

۱. قطر اطول طولانیترین قطر بیضی است.
۲. قطر اقصر کوتاهترین قطر بیضی است.
۳. کانونهای بیضی دو نقطه ثابت واقع بر قطر اطول اند که فاصله آنها تا سرهای قطر اطول، معادل نصف فاصله قطر اطول تا سرهای قطر اقصر است.
۴. خط هادی بیضی خط راست ثابتی است که در یک طرف بیضی واقع و بر قطر اطول آن عمود است و نسبت ثابتی کوچکتر از ۱ با کانون بیضی تشکیل می‌دهد.



شکل ۹-۴۱ بخشهای مختلف بیضی.

ترسیم بیضی با استفاده از روش دایره‌های هم‌مرکز (شکل ۹-۴۲ الف):

۱. قطرهای اطول و اقصر را رسم کنید.
۲. دو دایره ترسیم کنید که قطرهای اطول و اقصر، قطرهای آنها باشند.
۳. دایره بزرگتر را به بخشهای مساوی (در این مثال ۱۲ بخش) تقسیم کنید و خطوط شعاعی گذرنده از مرکز و دایره کوچکتر را بکشید.

هرچه تعداد تقسیمات بیشتر باشد، بیضی هموارتر می‌شود.

۴. از نقاط برخورد خطوط شعاعی و دایره کوچکتر، خطوط افقی ترسیم کنید.
 ۵. از نقاط برخورد خطوط شعاعی و دایره بزرگتر، خطوط عمودی ترسیم کنید.
 ۶. نقاط برخورد خطوط عمودی و افقی، روی بیضی واقع اند.
 ۷. با دست منحنی همواری رسم کنید که از این نقاط بگذرد.
- ترسیم بیضی با استفاده از روش کانونها (شکل ۹-۴۲ ب):

۱. قطرهای اطول و اقصر را ترسیم کنید.
۲. به شعاعی معادل با نصف قطر اطول و مراکز T و S (دو سر قطر اقصر)، کمانهایی رسم کنید تا قطر اطول را در نقاط F_1 و F_2 قطع کنند.
۳. روی قطر اطول چند نقطه (P_1, P_2, \dots) بین یکی از کانونها و مرکز C انتخاب کنید.
۴. QP_1 را شعاع و کانونهای F_1 و F_2 را مرکز بگیرید و در هر طرف قطر اطول کمانی ترسیم کنید.
۵. RP_1 را شعاع بگیرید و به مرکزهای F_1 و F_2 کمانهایی رسم کنید تا کمانهای قبلی را قطع کنند.
۶. این فرایند را با P_2, P_3, P_4 و P_5 تکرار کنید، تا نقاط بیشتری از بیضی به دست آید.
۷. این نقاط را، با منحنی همواری، به هم متصل کنید.

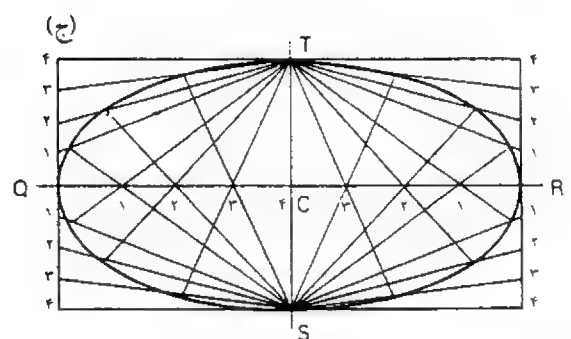
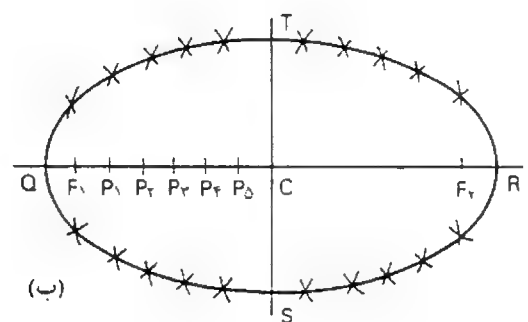
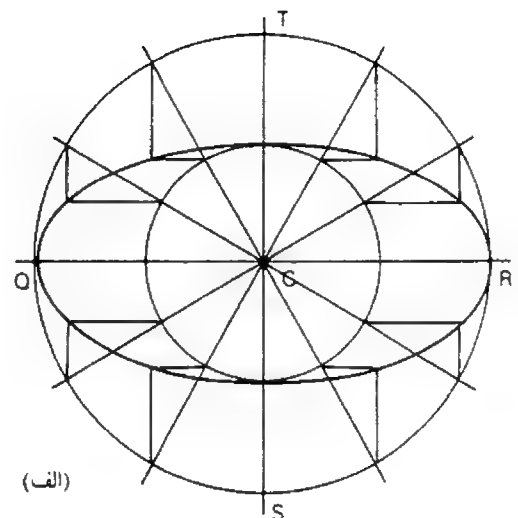
۴. این تقسیمات را به نیمه دیگر قطر طول انتقال دهید.
۵. هر نیمه از عرض مستطیل را به همین تعداد بخش مساوی تقسیم کنید.
۶. از نقطه T، خطوطی به هریک از نقاط (۱، ۲، ۳) روی ضلع مستطیل بکشید.
۷. از نقطه S، خطوطی به هریک از نقاط ۱، ۲، ۳ روی QC بکشید تا خطوط متناظر رسم شده از نقطه T را قطع کند (یعنی T_۱ باید S_۱ را قطع کند تا نقطه ای از بیضی به دست آید).
۸. مراحل ۶ و ۷ را در هر سه ربع دیگر مستطیل تکرار کنید.
۹. منحنی همواری رسم کنید که از نقاط به دست آمده بگذرد.

شکلهای ساده فضایی

شکلهای ساده فضایی را می توان به دو دسته تقسیم کرد: با اضلاع موازی و با اضلاع شعاعی.

شکلهای فضایی که اضلاع یا مولدهای موازی دارند و سطح مقطع آنها در طول محورشان ثابت است، منشور نامیده می شوند (شکل ۹-۴۳). محور منشور خط راستی است که مرکزوارهای دو قاعده منشور را به هم متصل می کند. استوانه جزء این دسته است، با این تفاوت که مقطع دایره ای دارد. هرمها (شکل ۹-۴۴) اشکالی فضایی هستند که اضلاع آنها به سمت یک نقطه میل می کنند، اما قاعده آنها مانند قاعده منشورها، چندضلعی منتظم است. هرم مولد شعاعی دارد. محور هرم خط راستی است که مرکزوار قاعده را به رأس آن متصل می کند. مخروط، که قاعده دایره ای دارد، جزء هرمهاست. برای توصیف خواص منشورها و هرمها از اصطلاحات زیر استفاده می شود:

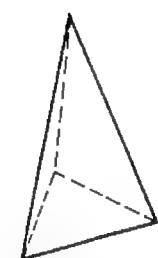
۱. منتظم: منشورها و هرمهایی که قاعده یا سطح مقطع آنها یک شکل هندسی منتظم باشد (مانند مربع، شش ضلعی، هشت ضلعی).



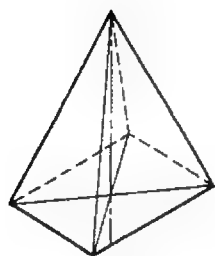
شکل ۹-۴۲ ترسیم بیضی: الف) روش دایره های هم مرکز؛ ب) روش کانونها؛ ج) روش مستطیل.

ترسیم بیضی با استفاده از روش مستطیل (شکل ۹-۴۲ ج):

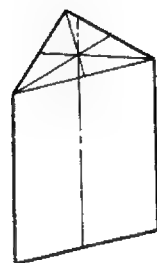
۱. قطرهای طول و اقصر را رسم کنید.
۲. مستطیلی رسم کنید که اضلاع آن از دو سر قطرهای طول و اقصر بگذرند.
۳. نصف قطر طول، QC را به بخشهای مساوی تقسیم کنید.



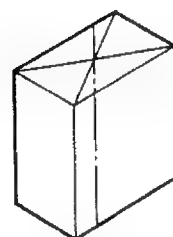
هرم مثلث القاعدة



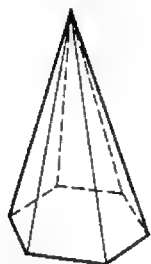
هرم مربع القاعدة



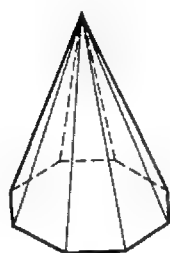
منشور مثلث القاعدة



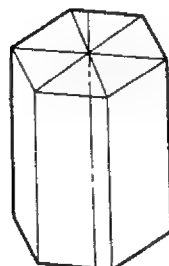
منشور مربع القاعدة



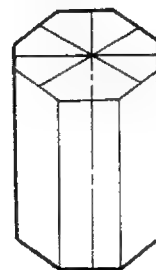
هرم مسدس القاعدة



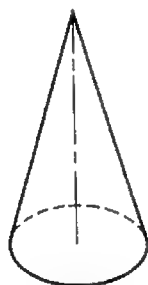
هرم با قاعدة هشت ضلعی



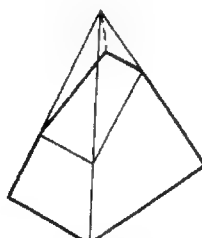
منشور مسدس القاعدة



منشور با قاعدة هشت ضلعی



مخروط



هرم ناقص (بریده)
مربع القاعدة



استوانه



استوانه بریده

شکل ۹-۲۴ هرمها.

شکل ۹-۲۳ منشورها.

ترسیم منشور و هرم (شکل ۹-۴۵):

۲. قائم: منشورها و هرمهایی که قاعده آنها بر محور اصلی

۱. نمای مفروض را ترسیم کنید.

عمود است (مثلاً مربع، شش ضلعی، هشت ضلعی).

۲. نماهای افقی و نیمرخ (برش قائم) را با خطوط کمرنگ

۳. مایل: منشورها و هرمهایی که محور آنها زاویه ای غیر قائمه

تصویر کنید.

با قاعده می سازد.

۳. برای ترسیم شکل فضایی بریده، یا برش خورده، نقاطی از

۴. بریده: منشورها و هرمهایی که ارتفاع آنها به وسیله

صفحه مقطع یا سطح برش را روی دو نمای دیگر تصویر

صفحه ای که با محور اصلی زاویه ای (معمولاً 30° ، 45° ،

کنید تا نماهای نیمرخ، روبه رو یا افقی برش خورده، هر

60° یا 90°) می سازد، بریده شده است. نمای یک شکل

کدام که لازم باشد، کامل شود.

فضایی بریده را معمولاً هاشور نمی زنند.

۵. برش خورده: بخش توپر یا سطحی از منشور یا هرم بریده

شده. نمای شکل های فضایی برش خورده را همیشه

هاشور می زنند.

ترسیم استوانه و مخروط (شکل ۹-۴۶):

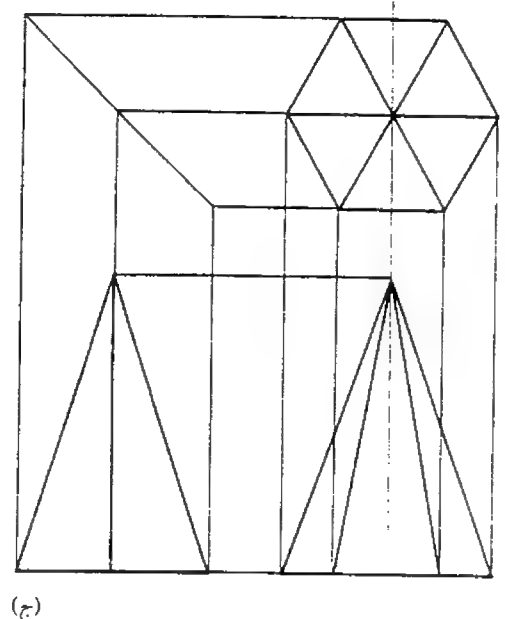
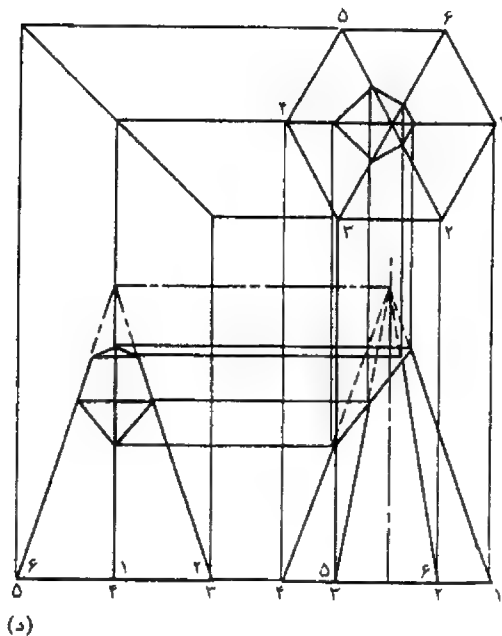
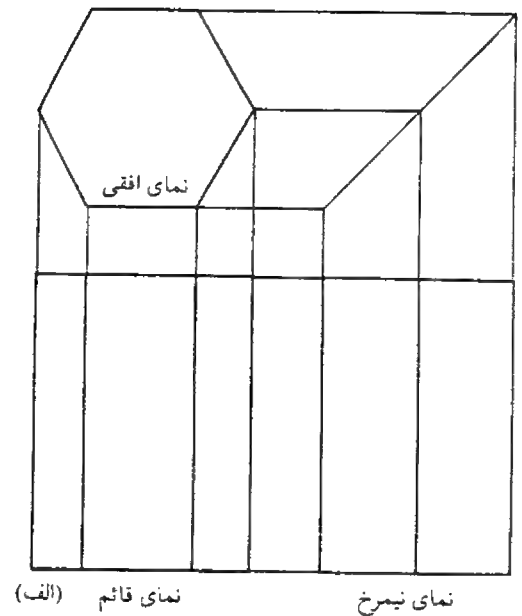
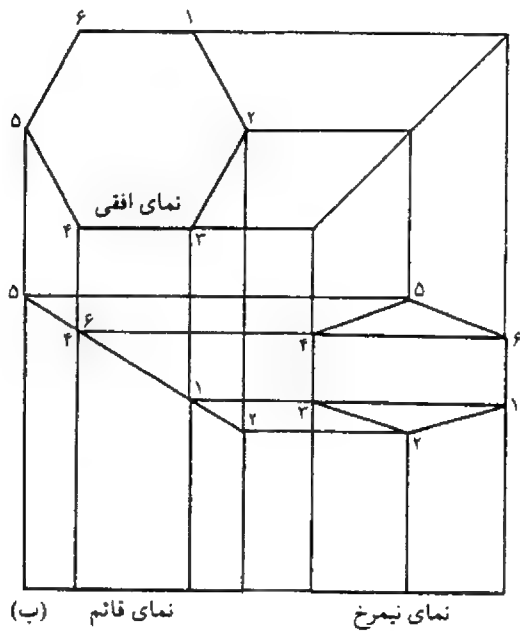
۱. تصویر قائم نماهای مفروض را ترسیم کنید.

برای تصویر کردن هرم، اصول معمول برای نقشه کشی

۲. نمای افقی (محیط) را به چند بخش مساوی (معمولاً ۱۲

بخش) گذرنده از مرکز تقسیم کنید. نقاط را از ۱ تا ۱۲

مهندسی استاندارد را به کار بگیرید.



شکل ۹-۴۵: تصویرهای قائم: الف) منشور مسدس القاعده؛ ب) منشور مسدس القاعده بریده؛ ج) هرم مسدس القاعده؛ د) هرم مسدس القاعده بریده یا ناقص.

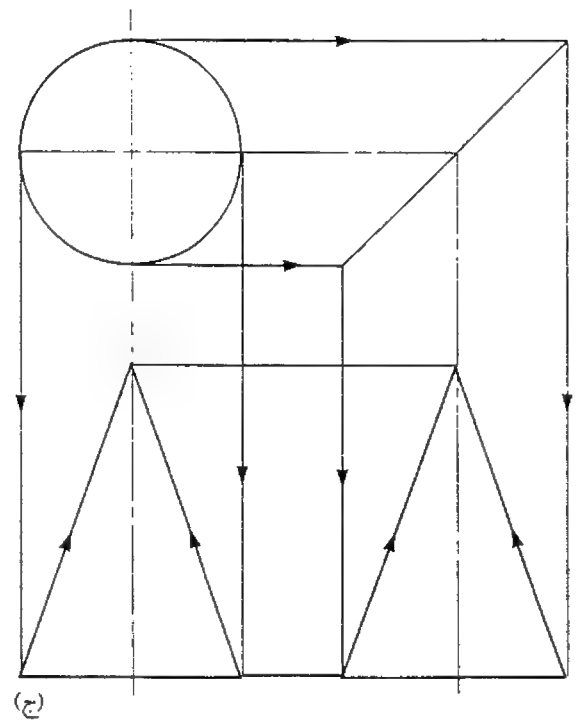
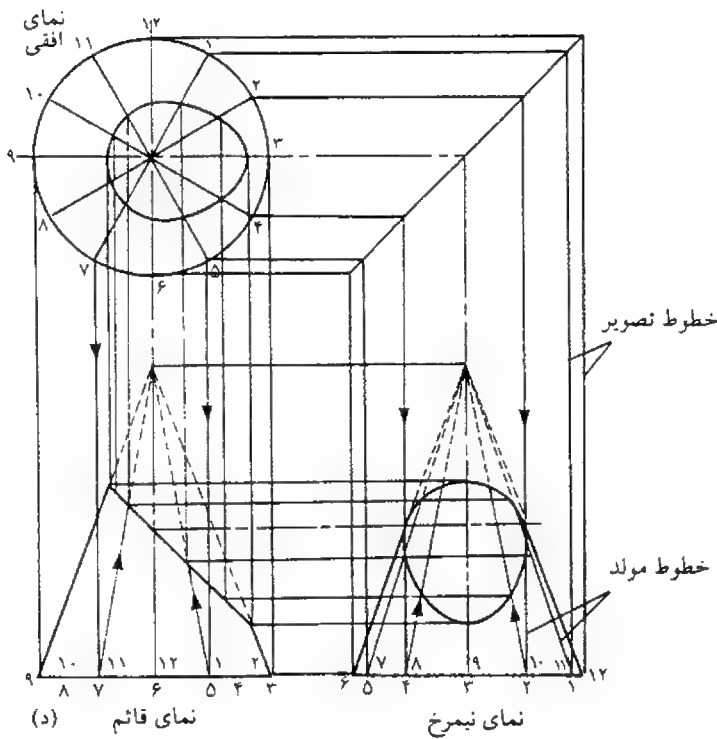
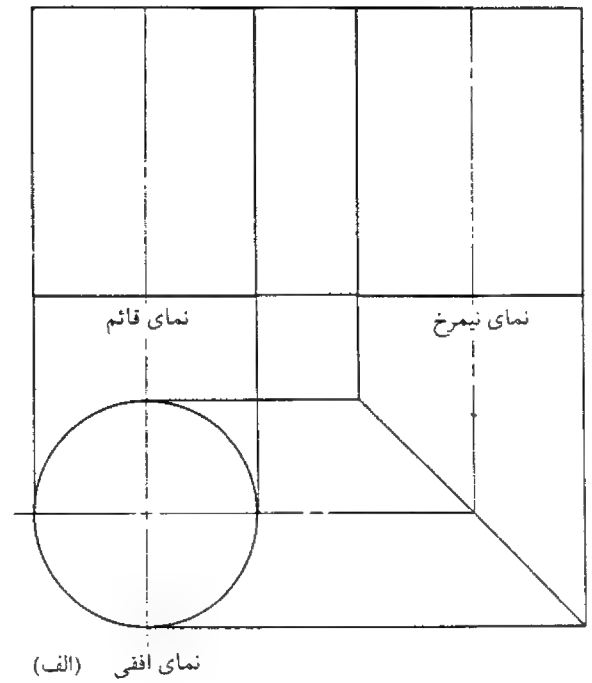
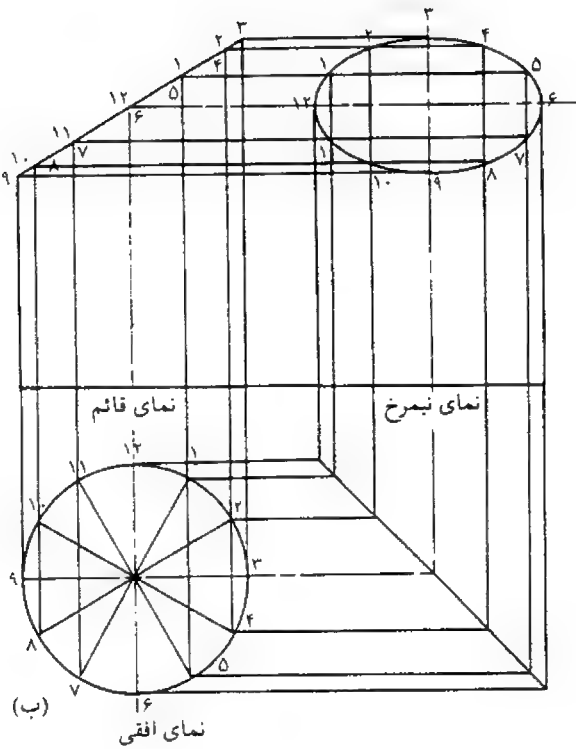
شماره گذاری کنید.

۳. این نقاط را روی خطوط قاعده نماهای روبه‌رو و نیمرخ تصویر کنید و مولدها را بکشید.

۴. برای ترسیم نمای بریده یا برش خورده، باید تقاطع مولد و صفحه قاطع یا سطح برش را روی نماهای مورد نظر تصویر کنید.

۵. تقاطع خطوط تصویر نماهای روبه‌رو و نیمرخ، نقطه‌ای

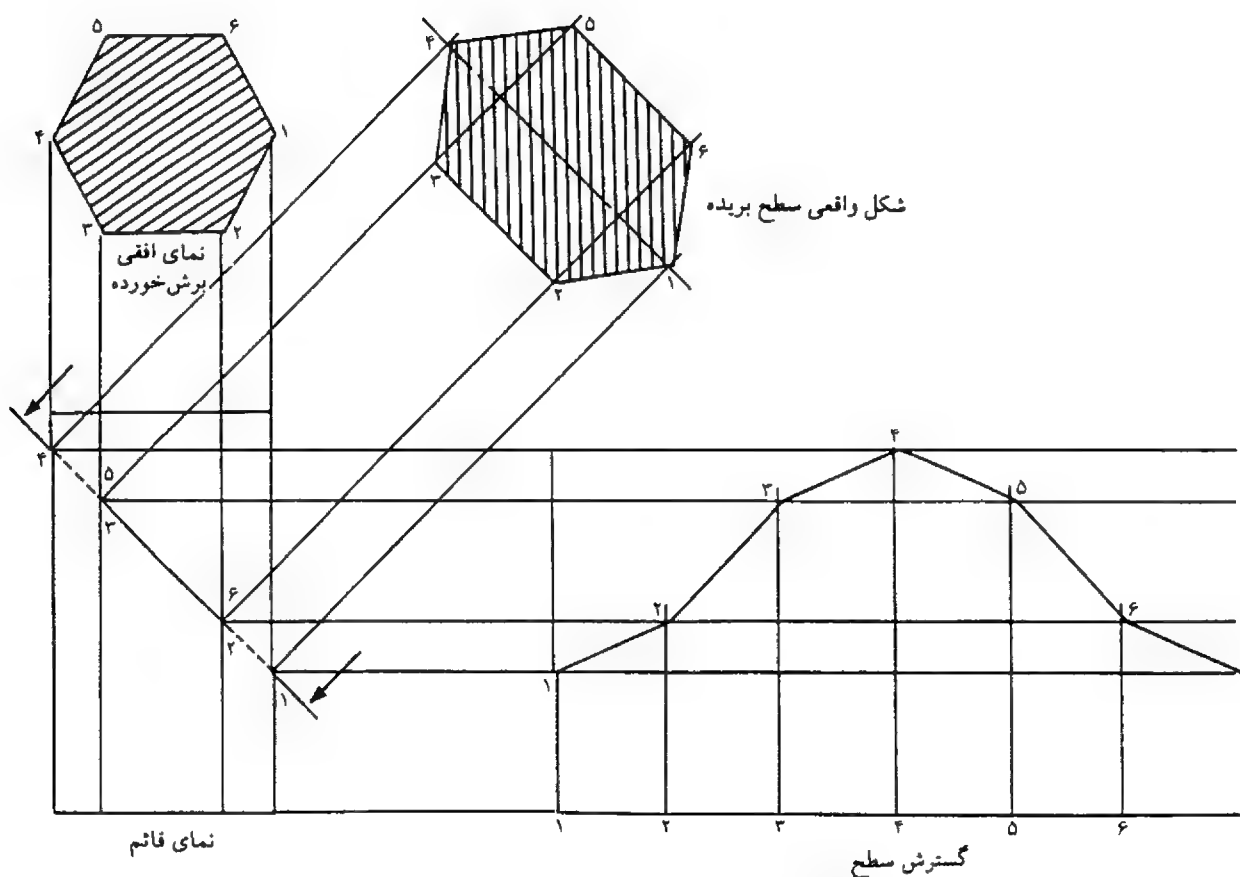
گسترش سطح فرایند تهیه الگو روی ورق است که با تازنی یا غلتکاری آن را به شکل مورد نظر درمی‌آورند. این فرایند در صنعت کاربردهای مهمی دارد و در ساخت بسیاری از قطعات از ورق، به کار می‌آید.



شکل ۹-۴۶ تصویرهای قائم: الف) استوانه؛ ب) استوانه بریده؛ ج) مخروط؛ د) مخروط بریده یا ناقص.

روش خطوط موازی برای گسترش سطح آن دسته از شکلهای فضایی، مانند منشور و استوانه، به کار می‌رود که مولدهای موازی دارند. این روش شامل ترسیم یک رشته خط موازی و عمود بر محور اصلی منشور یا استوانه است.

روی سطح برش نمای نیمرخ را به دست می‌دهد. ۶. منحنی همواری ترسیم کنید که از این نقاط بگذرد. ۷. اگر نمای حاصل برش خورده است، خطوط موازی روی سطح رسم کنید (سطح را هاشور بزنید).



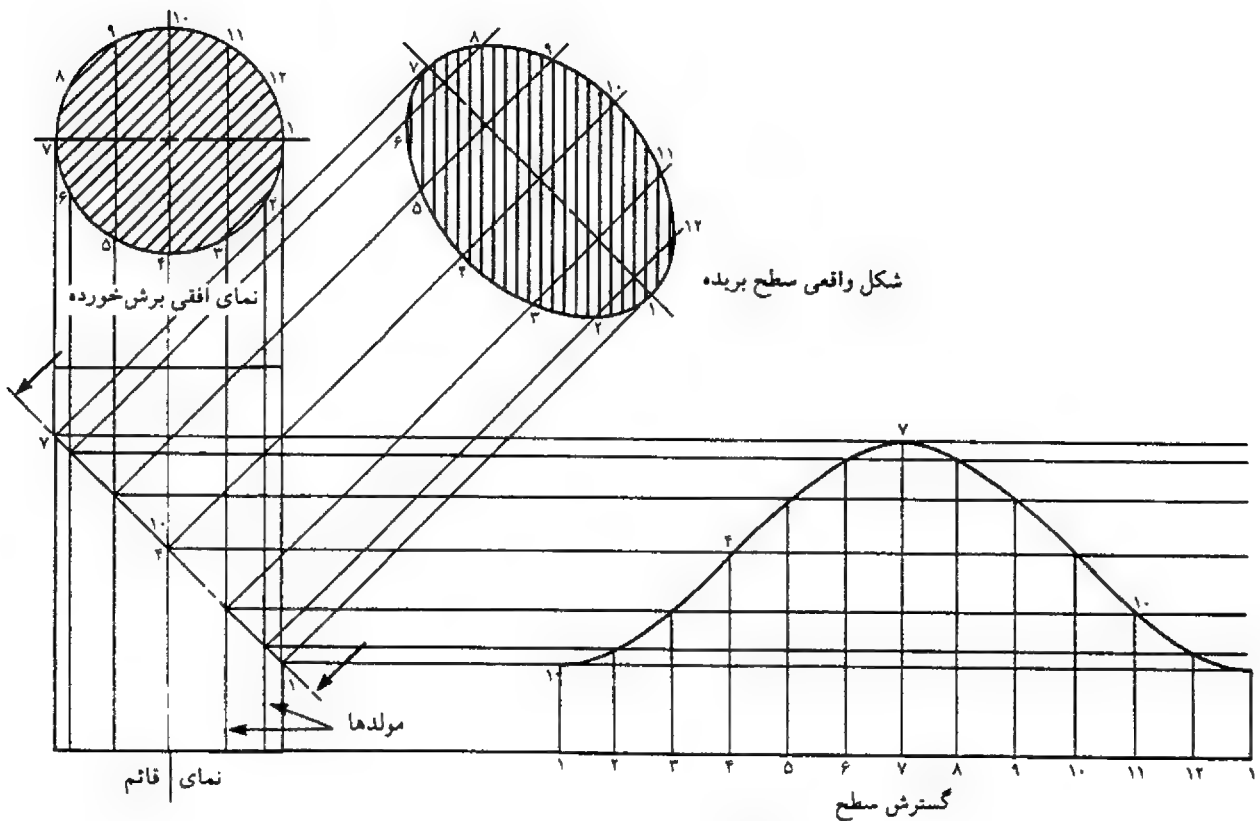
شکل ۹-۴۷ مقاطع و گسترش منشور شش ضلعی.

گسترش منشور (شکل ۹-۴۷):

۱. نماهای قائم مفروض را ترسیم کنید.
۲. نمای افقی را به چند بخش مساوی، مثلاً ۱۲ بخش، تقسیم کنید.
۳. خط قاعده را تصویر کنید و محیط آن را، از طریق ۱۲ مرتبه جدا کردن یکی از تقسیمات، نشانه گذاری کنید.
۴. خط بالایی را تصویر کنید تا خط عمودی ترسیم شده از آخرین نقطه گسترش مورد نیاز را، وقتی استوانه بریده نشده است، قطع کند.
۵. وقتی استوانه بریده یا برش خورده است، نقاط روی نمای افقی را در امتداد عمودی تصویر کنید تا سطح بریده یا صفحه برش را قطع کنند. نقاط تقاطع را متناظر با نقاط روی نمای افقی شماره گذاری کنید.
۶. هر نقطه از سطح بریده یا صفحه برش را، به موازات خط مبنا، تصویر کنید.
۷. مولدها را از محیط (امتداد خط مبنا) در امتداد عمودی ترسیم کنید تا خطوط موازی کشیده شده از سطح

۱. نماهای قائم مفروض را رسم کنید.
۲. خط قاعده را امتداد دهید یا تصویر کنید و محیط را، با استفاده از طولهای واقعی اضلاع، از روی نمای افقی، نشانه گذاری کنید.
۳. خطوط عمودی از هر نقطه روی محیط ترسیم کنید.
۴. خط بالایی را به موازات قاعده تصویر کنید تا این خطوط عمودی را قطع کند و گسترده مورد نیاز به دست آید.
۵. وقتی منشور بریده یا برش خورده است، خطوط را از سطح بریده یا صفحه برش، به موازات قاعده، ترسیم کنید تا خطوط عمودی را قطع کنند.
۶. نقاط تقاطع را به دست آورید و آنها را با خطوط راست به هم متصل کنید.

گسترش استوانه (شکل ۹-۴۸):



شکل ۹-۴۸ مقاطع و گسترش استوانه.

۳. محیط قاعده را روی کمان نشانه گذاری کنید؛ طول یک

ضلع قاعده را از نمای افقی به دست آورید.

۴. وقتی هرم بریده یا برش خورده نیست، نقاط را به مرکز کمان یا رأس متصل کنید.

۵. وقتی هرم بریده یا برش خورده است، گوشه های قاعده را از نمای افقی، روی خط مبنای نمای روبه رو تصویر کنید و آنها را، متناظر با اعداد روی نمای افقی، شماره گذاری کنید.

۶. این نقاط را به رأس متصل کنید تا سطح بریده / صفحه برش را قطع کنند. نقاط تقاطع را به تناظر شماره گذاری کنید.

۷. این نقاط را به موازات خط مبنا تصویر کنید تا خط شعاعی مورد استفاده به عنوان شعاع برای ترسیم کمان پایه را قطع کنند.

۸. از این نقاط تقاطع کمانهایی رسم کنید تا خطوط شعاعی متناظر را قطع کنند. نقاط تقاطع جدید را به تناظر شماره گذاری کنید.

بریده / صفحه برش را قطع کنند.

۸. نقاط تقاطع متناظر مولدها و خطوط موازی را ترسیم کنید.

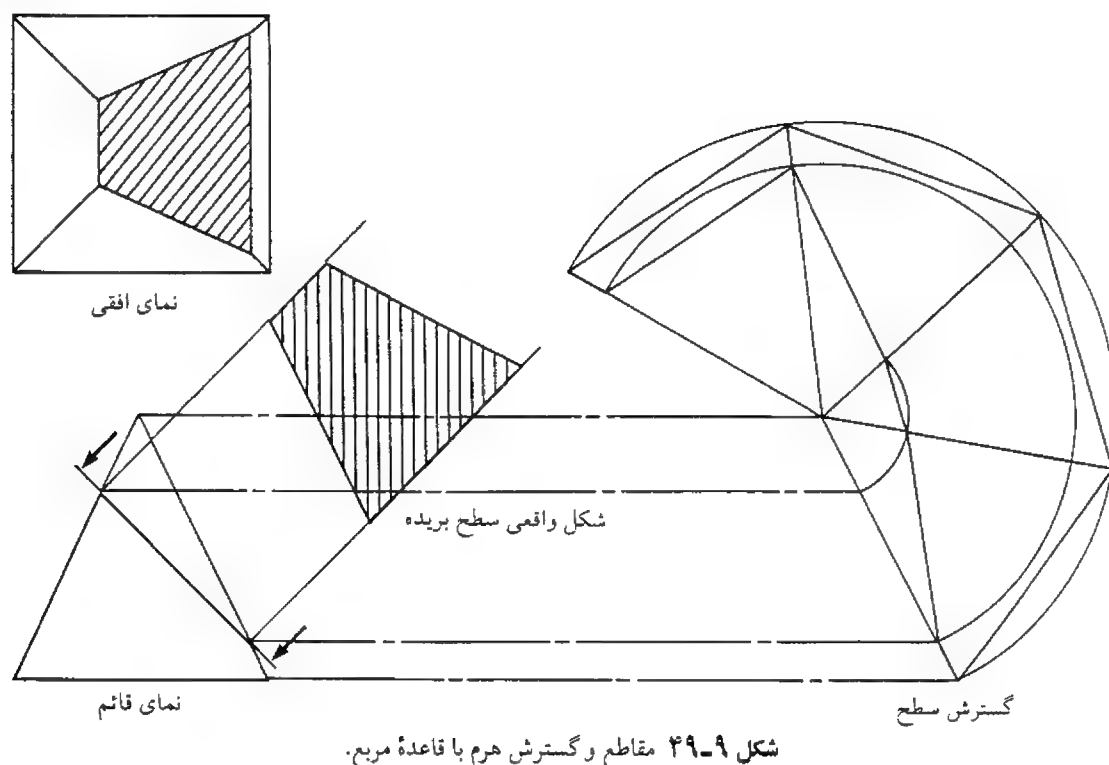
۹. منحنی همواری رسم کنید که از این نقاط بگذرد تا گسترش مورد نظر حاصل شود.

از روش خطوط شعاعی بیشتر برای گسترش هرم و مخروط استفاده می شود که مولدهای شعاعی دارند. در مورد اضلاع مایل فقط باید از طول واقعی آنها استفاده کنید. اگر ضلعی با طول واقعی خودش داده نشده باشد، برای گسترش باید طول واقعی آن را پیدا کنید.

گسترش هرم (شکل ۹-۴۹):

۱. نماهای مفروض روبه رو واقعی را ترسیم کنید.

۲. طول واقعی ضلع را شعاع بگیرید و کمانی به طول مناسب رسم کنید.



شکل ۹-۲۹ مقاطع و گسترش هرم با قاعده مربع.

مورد استفاده به عنوان شعاع، برای رسم کمان پایه، را قطع کنند.

۹. از این نقاط کمانهایی ترسیم کنید تا خطوط شعاعی متناظر ترسیم شده از نقاط روی کمان پایه را قطع کنند.

۱۰. این نقاط تقاطع را به تناظر شماره گذاری کنید و منحنی همواری بکشید که از این نقاط بگذرد و گسترش مورد نظر به دست آید.

تصویرهای کمکی

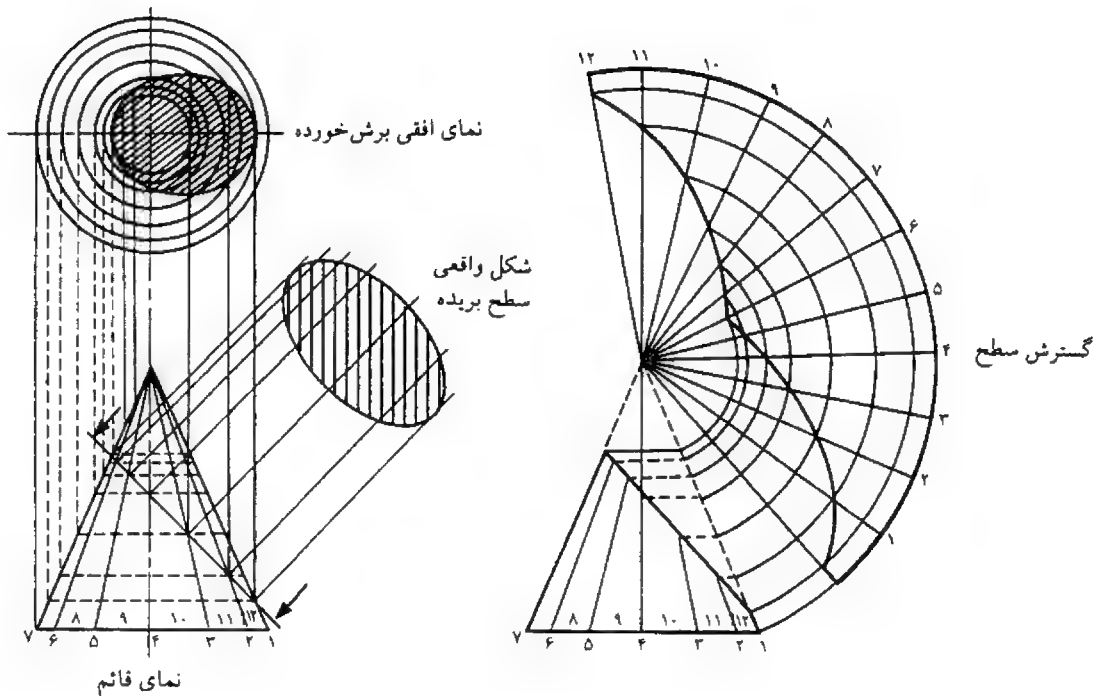
نمای کمکی تصویری روی یک صفحه کمکی موازی با سطحی مایل است. این نمایی است که مستقیماً در امتدادی عمود بر سطح مایل دیده می شود. از این روش می توان برای نشان دادن شکل های واقعی بسیاری از سطوح مایل، که به روش های عادی قابل نمایش نیستند، استفاده کرد.

تصویرهای کمکی بر دو نوع اند: برش قائم کمکی، که از نمای قائم معمولی تصویر می شود و نمای افقی کمکی، که از برش قائم معمولی تصویر می شود. این نماها را نماهای کمکی اول می نامند. نماهایی که از این نماها تصویر می شوند نماهای کمکی دوم نام دارند (شکل ۹-۵۱).

۹. این نقاط را با خطوط راست به هم متصل کنید تا گسترش مورد نظر حاصل شود.

گسترش مخروط (شکل ۹-۵۰):

۱. نماهای مفروض روبه رو و افقی را ترسیم کنید.
۲. قاعده مخروط را به، مثلاً، ۱۲ بخش مساوی تقسیم کنید.
۳. طول ضلع را شعاع بگیرید و کمان پایه را ترسیم کنید.
۴. با استفاده از یکی از تقسیمات نمای افقی، کمان پایه را به ۱۲ بخش تقسیم کنید.
۵. آخرین نقطه را به مرکز کمان متصل کنید تا گسترش مورد نظر، وقتی مخروط ناقص یا برش خورده نیست، به دست آید.
۶. وقتی مخروط بریده (ناقص) یا برش خورده است، نقاط روی نمای افقی را باید در امتداد عمودی تصویر کنید تا خط مبنای روی نمای روبه رو را قطع کنند؛ نقاط تقاطع را متناظر با نقاط روی نمای افقی شماره گذاری کنید.
۷. این نقاط پایه را به رأس متصل کنید و نقاط تقاطع آنها با سطح بریده / صفحه برش را به تناظر شماره گذاری کنید.
۸. این نقاط را به موازات خط مبنا تصویر کنید تا خط شعاعی



شکل ۹-۵۰ مقاطع و گسترش مخروط.

قواعد:

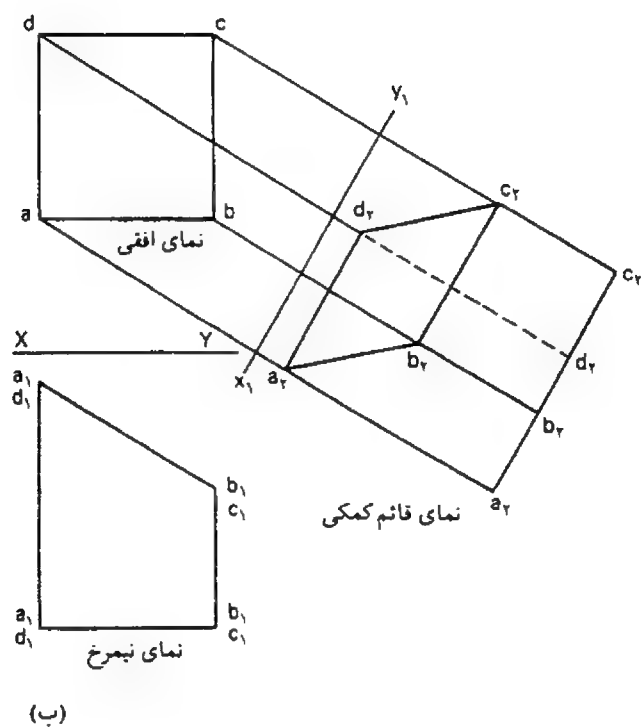
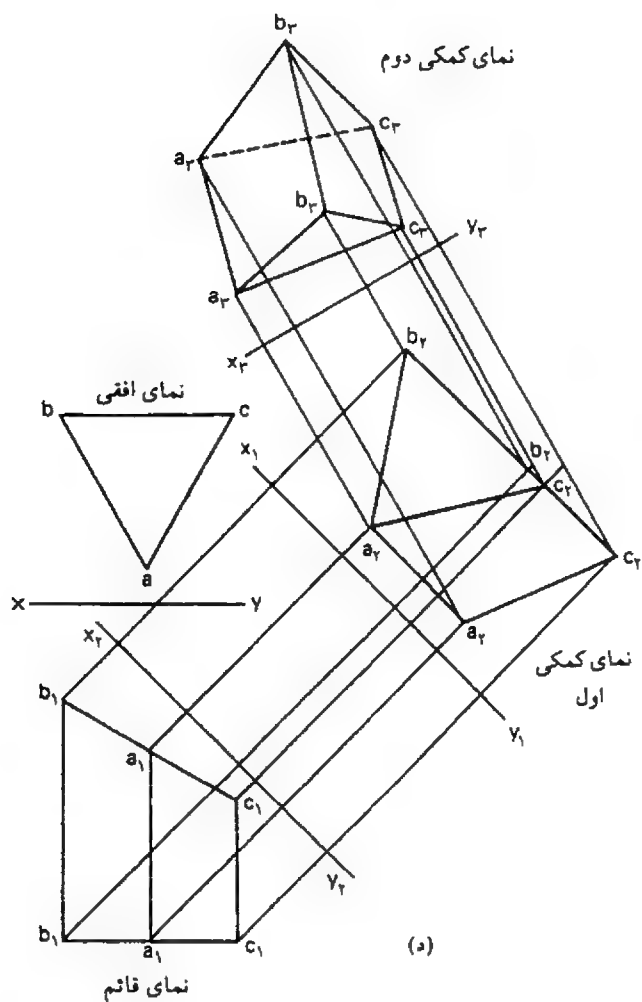
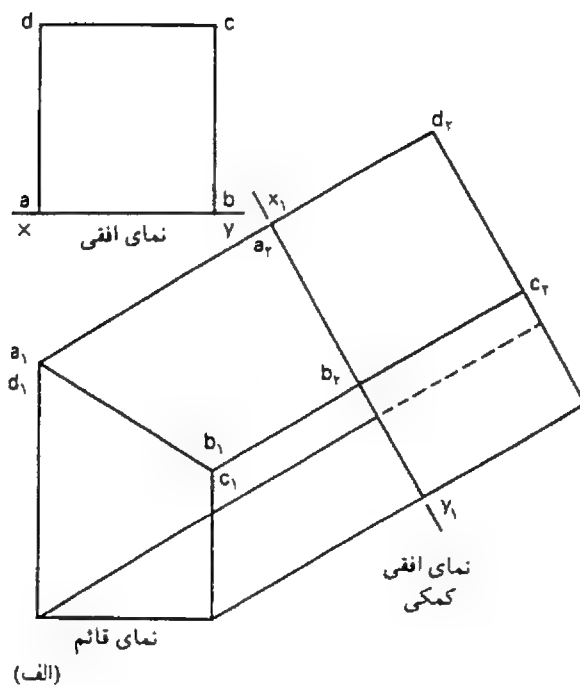
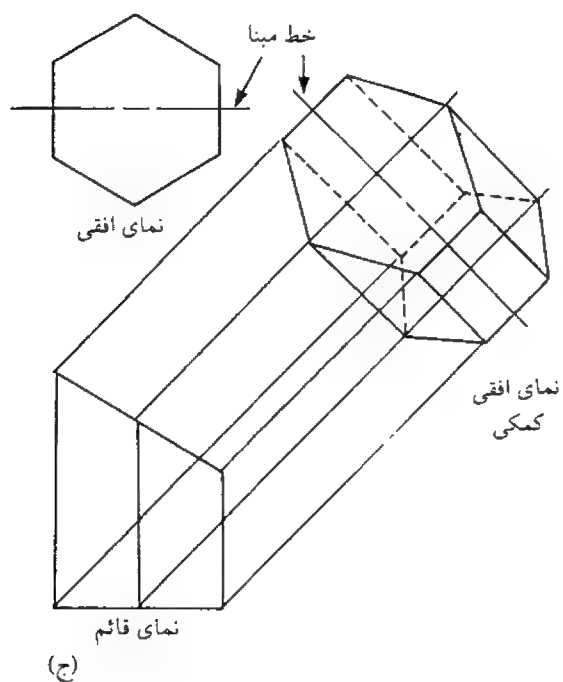
۱. وقتی خطوط تصویر کمکی از نمای افقی ترسیم می‌شوند، ابعاد (فواصل) را روی نمای برش قائم اندازه‌گیری کنید.
۲. وقتی خطوط تصویر کمکی از نمای برش قائم ترسیم می‌شوند، ابعاد (فواصل) را روی نمای افقی اندازه‌گیری کنید.
۳. همه ابعاد را از خط مبنا اندازه‌گیری کنید.
۴. ابعاد را از خط مبنای جدید (دوم) به خطوط جدید (تصویر شده) منتقل کنید.

برای به دست آوردن نماهای کمکی دوم نیز از همین روش استفاده می‌شود. در این مورد، به جای نماهای معمولی از نماهای کمکی اول استفاده می‌کنند (شکل ۹-۵۱).

در هنگام ترسیم شکل‌های واقعی سطوح بریده از این روش‌ها و قواعد استفاده کنید.

برای ترسیم هر نمای کمکی مفروض باید به ترتیب زیر عمل کرد:

۱. نمای روبه‌رو (برش قائم) و نمای افقی معمولی جسم مورد نظر را ترسیم کنید و کنجها یا گوشه‌های آن را با عدد یا حرف مشخص کنید.
۲. در محل مناسبی بین نمای روبه‌رو و صفحه $x-y$ ، خط مبنایی ترسیم کنید.
۳. از هر نقطه روی نمای مفروض، خطوطی تصویر کنید که با سطح مایل زاویه قائمه یا زاویه‌ای مفروض بسازند.
۴. خط مبنای دوم (x_1-y_1) را عمود بر خطوط تصویر شده ترسیم کنید.
۵. فاصله از نخستین خط مبنا تا هر نقطه روی نمای روبه‌رو یا افقی را (طبق قواعدی که در ادامه مطلب شرح داده می‌شوند) اندازه‌گیری کنید و با استفاده از خط مبنای دوم، این اندازه‌ها را به خطوط تصویر شده متناظر انتقال دهید.
۶. نقاط را طبق شماره به هم متصل کنید تا نمای مورد نظر کامل شود.



شکل ۹-۵۱ تصویرهای کمکی: (الف) نمای افقی کمکی؛ (ب) برش قائم کمکی؛ (ج) نمای افقی کمکی؛ (د) نماهای کمکی اول و دوم.

■ مرور مطالب این فصل

- طراحی، فن حل مسائل انسان از طریق دانش تکنولوژی مواد، اصول علمی، مهارت‌های ارتباط گرافیکی و فنی است.
- فرایند طراحی از مراحل زیر تشکیل می‌شود: تحلیل موشکافانه مشکل مفروض برای درک بهتر آن و یافتن بهترین رهیافت برای حل آن؛ یافتن راه‌حلهای جانشین؛ انتخاب بهترین و در عین حال ساده‌ترین راه‌حل برای تکمیل آن به صورت نقشه اجرایی؛ طرح‌ریزی و ساخت مصنوع؛ آزمون و ارزیابی محصول.
- ارتباط از طریق طرح، فن عرضه ایده‌های طراحی با استفاده از طرح‌های کلی، تصویر، مدل و نقشه است.
- عرضه نهایی ایده طراحی باید به شکل نقشه اجرایی باشد.
- دو نوع اصلی نقشه اجرایی عبارت‌اند از نقشه مجموعه یا مونتاژ، که می‌تواند تصویری یا مهندسی باشد و نقشه اجرایی تفصیلی که همه اطلاعات لازم برای ساخت را دربر دارد.
- نقشه‌های تصویری متداول عبارت‌اند از نقشه ایزومتریک، نقشه مایل و نقشه پرسپکتیو. طراحان از نقشه آخر بیشتر استقبال می‌کنند.
- نقشه‌های مهندسی نماهایی از جسم‌اند که به صورت دوبعدی تهیه می‌شوند و ارتفاع کلی و طول، یا عرض کلی جسم را نشان می‌دهند.
- دو تصویر قائم (نقشه مهندسی) متداول، تصویرهای ربع اول و سوم‌اند.
- خطوط در ارتباط گرافیکی نقش مهمی دارند، زیرا به آنچه ترسیم شده معنا می‌بخشند. خطوط را می‌توان فرهنگ لغات ترسیمی به شمار آورد.
- با استفاده از روش برش زدن، می‌توان خصوصیات داخلی قطعه را روی نقشه اجرایی نمایش داد.
- برش زدن بر این فرض مبتنی است که جسم بریده شده و قسمتی از آن برداشته شده است؛ در نتیجه بخش داخلی قسمت باقیمانده به وضوح دیده و ترسیم می‌شود.
- این تیغه برش خیالی را صفحه برش می‌نامند. صفحه

- برش دو پیکان دارد که امتداد بخشی را که باید بریده شود، و بخشی را که باید مشاهده و تصویر شود، نشان می‌دهد.
- نوع مقطع به نحوه استفاده از این تیغه برش خیالی بستگی دارد. مقاطع متداول عبارت‌اند از مقطع کامل، مقطع خارج از مرکز، نیم‌مقطع، مقطع همراستا، مقطع دورانی و مقطع برداشته شده.
- ترسیم هندسی فرایند ترسیمی شکل‌های هندسی فضایی است که در آن بیشتر از پرگار استفاده می‌شود.
- دو رشته اصلی شکل‌های فضایی عبارت‌اند از منشورها و هرم‌ها.

تمرین و پرسش

۱. آنچه را از طراحی فهمیده‌اید به بیان خود شرح دهید.
۲. مراحل فرایند طراحی را نام ببرید و فعالیت‌های اصلی هر مرحله را به اختصار بیان کنید.
۳. از شما خواسته شده است که کالایی را برای مشتری طراحی کنید. ایده‌های خود را به چه صورتی برای تصویب به مشتری عرضه می‌کنید.
۴. یک مسئله طراحی انتخاب کنید و نشان دهید که نیاز طرح را چگونه شناسایی، تحلیل و مشخص می‌کنید.
۵. نیازی را که در پرسش ۴ شناسایی کرده‌اید به صورت طرح نشان دهید. این طرح باید فعالیت‌های هر مرحله از طراحی را نشان دهد.
۶. طرحی کلی از هر ابزار دستی که با آن آشنا هستید، با دست بکشید.
۷. الف) قطر اطول، قطر اقصر و کانونهای بیضی را شرح دهید.
ب) قطر اطول یک بیضی ۸۰mm و قطر اقصر آن ۵۰mm است؛ با استفاده از روش کانون‌ها، این بیضی را ترسیم کنید.
۸. منشوری با قاعده شش ضلعی ترسیم کنید که طول هر ضلع آن ۲۵mm و ارتفاع قائم آن ۶۰mm باشد. نماهای افقی و نیم‌رخ چپ را، با استفاده از تصویر ربع سوم، بکشید.
۹. فرض کنید منشور پرسش ۸ در نقطه‌ای به فاصله ۲۰mm از قاعده، روی محور عمودی و تحت زاویه ۴۵° بریده شده

است. مرکز دایره B به فاصله 75mm در جنوب شرقی مرکز دایره A قرار دارد و فاصله بین خطوط مرکزی افقی موازی آنها 40mm است. این دو دایره را رسم کنید. مماس داخل این دو دایره را ترسیم کنید.

است. سطوح بریده را روی نماهای افقی و نیمرخ نشان دهید. گسترش قطعه بریده را نشان دهید. شکل واقعی سطح بریده را نشان دهید.

۱۰. دو دایره A و B با قطرهای 40mm و 30mm مفروض

جوشکاری پتکه‌ای و جوش استیلن

مقدمه

در تاریخ زندگی انسان، سرانجام زمانی فرا رسید که نیاز به اتصال فلزات به هم، به صورت نیازی مهم، به ویژه برای فلزکاران عصر مفرغ و عصر آهن مطرح شد. در میان روشهای اولیه‌ای که برای حل این مشکل ابداع شد، می‌توان به روشهای زیر اشاره کرد: ریخته‌گری یک فلز روی فلز دیگر؛ قرار دادن دو فلز در کنار یکدیگر و ریختن فلز مذاب بین آنها، تا سبب شود فلزات مورد نظر ذوب شوند و به هم بچسبند؛ و گرم و گداخته کردن سرهای قطعاتی که باید به هم متصل شوند، قرار دادن آنها بر روی هم و چکش‌کاری. روش اخیر که جوشکاری پتکه‌ای نامیده می‌شود، تا قرن نوزدهم که جوشکاری ذوبی ابداع شد، از همه روشها متداولتر بود. در طی سالها، فرایند جوشکاری ذوبی، از لحاظ تکنولوژی و تجهیزات، تحولات شگرفی یافته است. اکنون انواع مختلف فرایندهای دستی، نیمه‌خودکار و کاملاً خودکار، از جمله فرایندهایی که در آنها از روبات استفاده می‌شود، رواج یافته است. در این فصل با همه این فرایندها سروکار نداریم، بلکه فقط جوشکاری پتکه‌ای، جوش استیلن و برشکاری با شعله اکسی استیلن را شرح می‌دهیم. در هر مورد به اطلاعات مربوط به مواد و تجهیزات، اصول و فنون مورد استفاده و مهارتهای عملی اشاره می‌کنیم.

جوشکاری پتکه‌ای

فن اتصال دو قطعه فلز، از طریق کوبیدن آنها روی هم، یکی از قدیمیترین فنون جوشکاری است. در صنعت از این روش هنوز برای اتصال قطعات آهن ورزیده، فولاد کم‌کربن و فولاد کربن متوسط استفاده می‌شود.

در کارگاه آموزشی، فرایند جوشکاری پتکه‌ای را به ترتیب زیر انجام دهید (شکل ۱۰-۱):

۱. سر قطعه‌هایی را که می‌خواهید به هم متصل کنید نشانه بزنید.
۲. سر قطعه‌ها را در کوره گرم و گداخته کنید.
۳. سر گداخته قطعه‌ها را روی سندان چکش‌کاری کنید تا ضخیم شود. این فرایند را چاق‌سازی یا پهن‌سازی می‌نامند.
۴. سرهای چاق‌سازی شده را به صورت فارسی یا نیم‌انیم شکل دهید.
۵. سرهای فارسی شده را در کوره گرم کنید تا گداخته و مومسان شوند.
۶. آنها را به سرعت از کوره درآورید و روی سندان قرار دهید، به طوری که یک سر روی سر دیگر قرار گیرد. برای نگه داشتن یکی از قطعه‌ها به وردست نیاز دارید.
۷. به محل اتصال تنکار بمالید.
۸. با استفاده از چکش سنگین یا پتک، قطعات را روی هم بکوبید تا یکپارچه شوند. شاید ناگزیر شوید عملیات گرمکاری و کوبش را چند دفعه تکرار کنید تا اتصال کامل شود. وقتی قطعات سرد شدند دیگر آنها را چکش‌کاری نکنید تا ترک نخورند.

جوشکاری گازی

جوشکاری ذوبی یکی از روشهای اتصال دائمی قطعات فلزی است. این فرایند شامل ذوب کردن فلزات مبنا و ایجاد حوضچه مذاب، مخلوط کردن آنها با هم و سرد کردن مخلوط است. در این فرایند ممکن است از فشار نیز استفاده

شود. وقتی پر کردن درز اتصال مورد نظر باشد می‌توان از فلز پرکن یا سیم جوش استفاده کرد. با ابداع فنون مدرن جوشکاری، استفاده از این فرایند در حوزه‌های متفاوتی مانند کشتی‌سازی، پل‌سازی، صنعت ساختمان، اتومبیل‌سازی، راه‌آهن، هواپیماسازی و حتی ساخت فضاپیماها رواج یافته است.

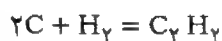
جوشکاری گازی یکی از فرایندهای جوشکاری ذوبی است. در این فرایند، شعله‌ای با دمای بالا برای ذوب کردن فلزات مبنا لازم است که در نتیجه سوختن مخلوطی از گاز اکسیژن و گازی سوختنی به نسبت‌های مختلف، بسته به نوع شعله مورد نیاز، تولید می‌شود.

اکسیژن گازی بی‌رنگ، بی‌طعم و بی‌بوست که به حالت آزاد یا در ترکیب با عنصرهای دیگر، در طبیعت یافت می‌شود. اکسیژن احتراق را تداوم می‌بخشد و به آسانی با مواد دیگر ترکیب می‌شود و شعله و گرما تولید می‌کند. برای مصارف صنعتی، مانند جوشکاری، اکسیژن را به صورت گاز مایع تولید و در کپسول‌های تحت فشار ذخیره می‌کنند. اکسیژن به تنهایی نمی‌سوزد، اما باید آن را از همه مواد سوختنی و شعله، جرقه یا آتش دور نگه داشت. نگهداری اکسیژن در مجاورت مواد آلی و سایر مواد آتشگیر، مانند نفت، روغن و غیره نیز خطرناک است.

انواع گازهایی که در جوشکاری مصرف می‌شود

در جوشکاری از گازهای استیلن، پروپان و متیل استیلن پروپادین استفاده می‌شود.

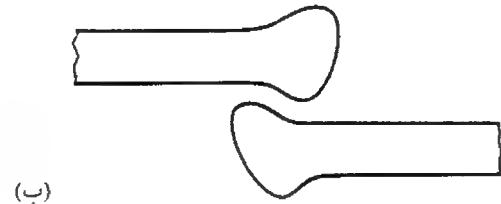
استیلن گاز هیدروژن‌دار بی‌رنگی با بوی تند است. این گاز حاصل ترکیب اتم‌های هیدروژن و کربن است. این اتم‌ها باهم پیوند تشکیل می‌دهند و مولکول استیلن را به وجود می‌آورند. هر مولکول استیلن از دو اتم کربن (C) و دو اتم هیدروژن (H) تشکیل می‌شود:



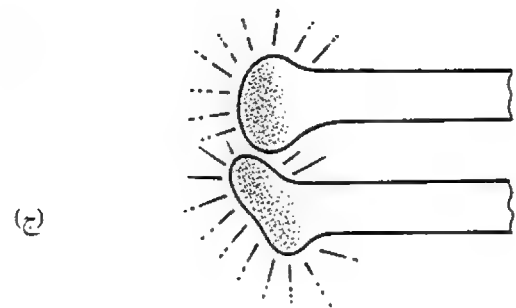
استیلن نتیجه واکنش کاربید کلسیم (CaC_2) با آب (H_2O)



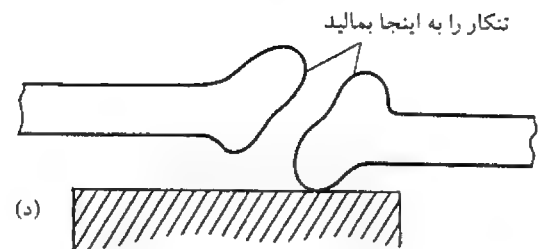
(الف)



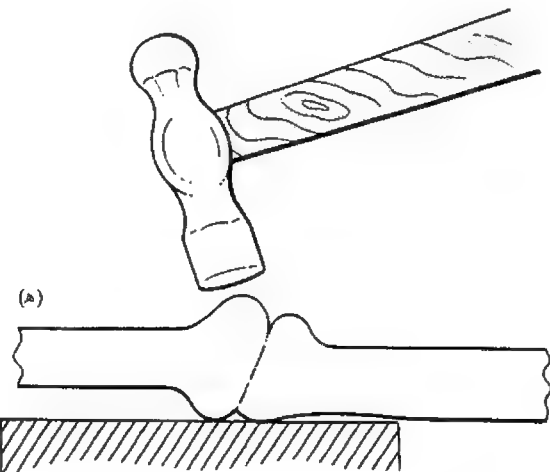
(ب)



(ج)



(د)



(ه)

شکل ۱-۱۰ مراحل جوشکاری پتکه‌ای: (الف) چاق‌سازی؛ (ب) فارسی‌سازی؛ (ج) گرم کردن؛ (د) استقرار قطعات روی سندان و مالیدن تنکار؛ (ه) چکش‌کاری یا پتک‌زدن.

بالا ایجاد می‌کند که برای جوشکاری، برش، گرم کردن و زردجوشکاری مناسب است. گاز MAP ویژگیهای ایمنی زیر را دارد:

- پایداری در برابر ضربه؛
- محدود بودن نسبتهای انفجاری در هوا؛
- محدود نبودن فشار؛
- سرعت احتراق کم؛
- بویی که به سرعت، در صورت وجود نشت جزئی، آشکارسازی می‌شود.

تجهیزات جوشکاری اکسی استیلن

برای برپا کردن واحد جوش استیلن، بعضی از تجهیزات پایه لازم است.

کپسول استیلن

کپسول گاز استیلن را از فولاد می‌سازند. ته این کپسول مقعر است (شکل ۱۰-۲). برای جلوگیری از انفجار و ایمن‌سازی عملیات، کپسول را با ماده‌ای متخلخل پر می‌کنند. این ماده از آهک، پودر سیلیس، گل سرشور و زغال‌چوب تشکیل می‌شود. تقریباً ۴۰ درصد حجم کپسول را با استون پر می‌کنند؛ استون می‌تواند مقدار زیادی گاز استیلن را، تحت فشاری بالاتر از ۱۵psi جذب کند، بدون آنکه در ماهیت آن تغییری حاصل شود. کپسولهای گاز استیلن را در اندازه‌های مختلف می‌سازند.

در بالا و پایین کپسول استیلن تویپهایی تعبیه شده که در صورت قرار گرفتن کپسول در معرض گرما یا فشار بیش از حد، باز می‌شوند و فشار را کاهش می‌دهند. به علاوه، کپسول استیلن درپوشی پیچی دارد که از شیر آن محافظت می‌کند تا به طور اتفاقی صدمه نبیند (شکل ۱۰-۳). این کپسولها رزوه پیچ چپگرد دارند و آنها را به رنگ آلبالویی رنگ می‌کنند.

کپسول اکسیژن

کپسولهای اکسیژن مایع تحت فشار را از فولاد می‌سازند؛ این کپسولها به کپسولهای استیلن شباهت دارند، اما کمی از آنها

در دستگاہی به نام دیگ یا آپارات جوشکاری یا مولد استیلن است. گازی را که به این ترتیب تولید می‌شود می‌توان مستقیماً مصرف کرد یا در کپسول ذخیره کرد تا بعد مصرف شود.



● هرگز استیلن را با فشاری بالاتر از ۱۰۰kPa

(۱۵psi) مصرف نکنید.

● کپسول استیلن را در معرض شوک الکتریکی یا گرمای زیاد قرار ندهید و آن را با احتیاط جابه‌جا کنید.
● گاز استیلن را با لوله مسی انتقال ندهید، زیرا با مس ترکیب می‌شود و استیلید مس تولید می‌کند که منفجره است.

● وقتی فشار استیلن از ۲۰۰kPa (۳۰psi) یا دمای آن از ۷۸°C بالاتر رود، ممکن است به سرعت تجزیه و منفجر شود.

پروپان نیز هیدروکربنی گازی است که از سه اتم کربن (C) و هشت اتم هیدروژن (H) تشکیل می‌شود. متیل استیلن پروپادین پایدار شده (MPS) از مخلوط کردن دو یا چند تا از گازهای زیر به دست می‌آید:

● پروپان (C_3H_8)؛

● بوتان (C_4H_{10})؛

● بوتادین (C_4H_6)؛

● متیل استیلن (C_4H_4)؛

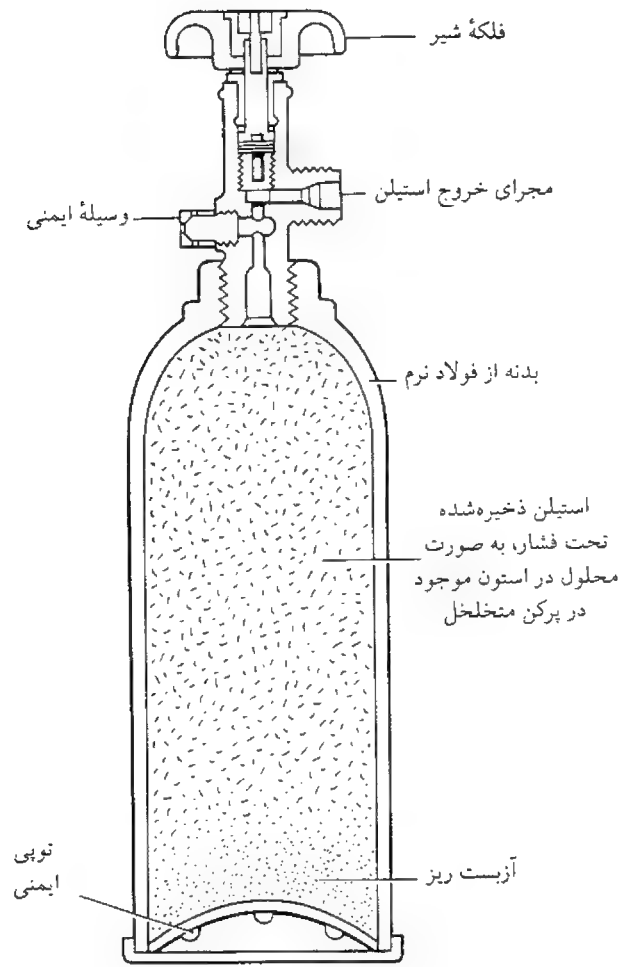
● پروپادین (C_3H_4).

ترکیب و مشخصه‌های این مخلوط متغیر است و تولیدکنندگان مختلف آن را با ترکیبهای متفاوت می‌سازند. این مخلوط را به صورت گاز مایع در کپسولهای تحت فشار، با نامهای تجارتي مختلف به بازار عرضه می‌کنند. این مخلوط برای گرم کردن، زردجوشکاری و بعضی از انواع پرسکاری مناسب است.

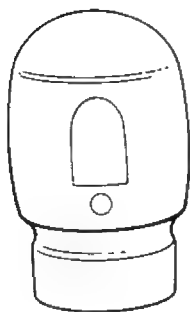
متیل استیلن پروپادین (MAP) یکی از انواع MPS است که با مخلوط کردن متیل استیلن و پروپادین به دست می‌آید. وقتی این مخلوط با اکسیژن ترکیب شود، شعله‌ای با دمای



شکل ۱۰-۴ کپسول اکسیژن.



شکل ۱۰-۲ کپسول استیلن.



شکل ۱۰-۵ درپوش ایمنی کپسول اکسیژن.



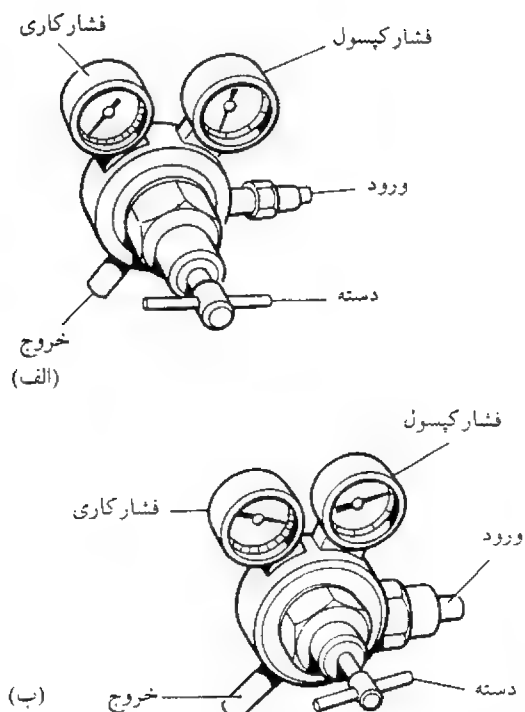
شکل ۱۰-۳ درپوش ایمنی کپسول استیلن.

بلندترند. کپسول اکسیژن رزوه پیچ راستگرد دارد. رنگ کپسول اکسیژن سیاه است (شکلهای ۱۰-۴ و ۱۰-۵).

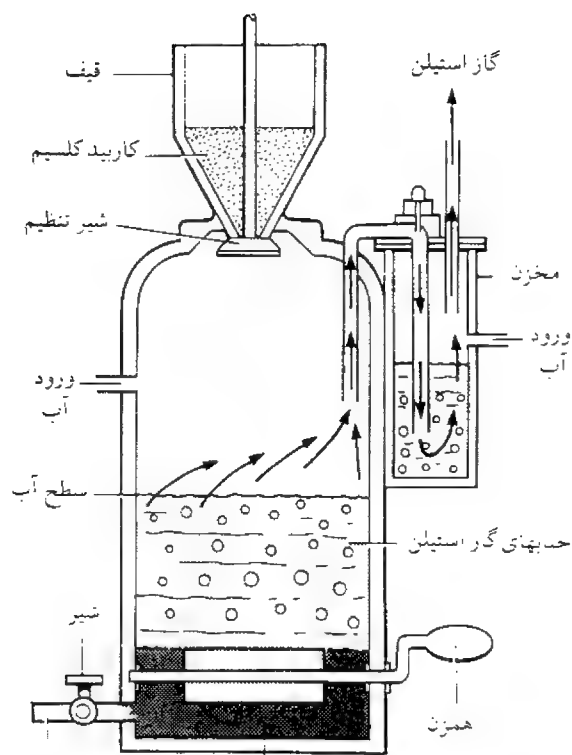
مولد استیلن

مولد استیلن بر دو نوع است. مولد کم فشار که استیلن را با فشاری کمتر از ۱ psi تولید می‌کند. از این نوع مولد فقط

همراه مشعلهای انژکتوری استفاده می‌شود (ادامه مطلب را ببینید). مولد پرفشار، استیلن با فشاری تا ۱۰۰ kPa تا ۱۵ psi (۱۵ psi) تولید می‌کند. این نوع مولد را می‌توان همراه با مشعلهای متعادل به کار برد. هر دو نوع مولد را از ورق فولاد می‌سازند. داخل مولد کاربید کلسیم و آب می‌ریزند که با هم واکنش



شکل ۱۰-۷ رگولاتور: الف) استیلن؛ ب) اکسیژن.



تخلیه لجن لجن

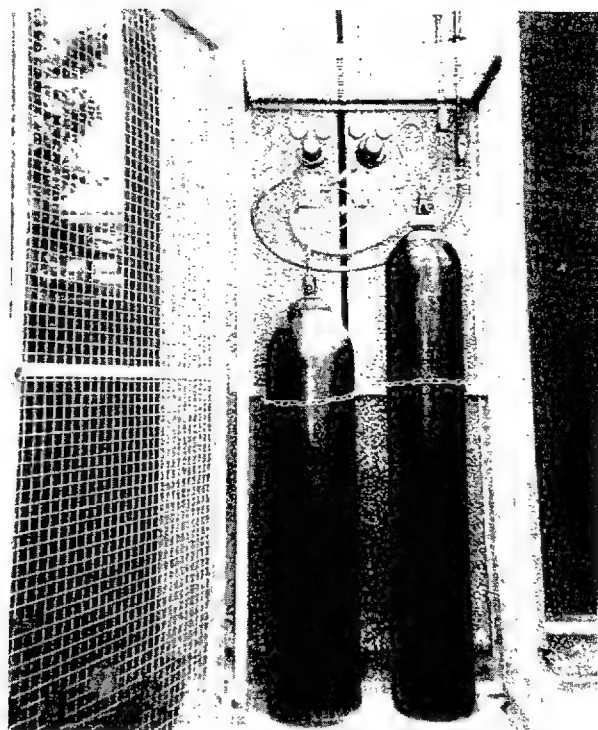
شکل ۱۰-۶ مولد استیلن (دیگ).

انجام می دهند و گاز استیلن تولید می کنند (شکل ۱۰-۶).

رگولاتور (تنظیم کننده فشار)

رگولاتور دو وظیفه دارد: فشار زیاد کپسول را کاهش می دهد تا گاز برای مصرف مناسب شود؛ به تثبیت فشار گاز در مشعل کمک می کند. برای برپا کردن واحد جوشکاری استیلن به دو نوع رگولاتور نیاز داریم: رگولاتور استیلن و رگولاتور اکسیژن (شکل ۱۰-۷).

اغلب رگولاتورها دو فشارسنج دارند. فشارسنج سمت راست فشار گاز داخل کپسول را نشان می دهد (فشار کپسول) و فشارسنج سمت چپ، فشار گاز ورودی به مشعل را نشان می دهد (فشار کاری). رگولاتورها را به دو دسته تک مرحله ای و دو مرحله ای نیز تقسیم می کنند. رگولاتورهای تک مرحله ای فشار کپسول را در یک مرحله به فشار کاری می رسانند و رگولاتورهای دو مرحله ای این عمل را در دو مرحله انجام می دهند.



شکل ۱۰-۸ تجهیزات جوش استیلن.

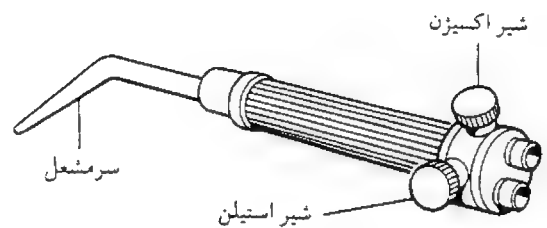
در شکل ۱۰-۸ مجموعه تجهیزات جوش استیلن نشان داده شده است. در این مجموعه، کپسولها را در قفس ایمنی قرار داده اند.

مشعلهای اکسی استیلن

مشعلهای اکسی استیلن را به دو دسته تقسیم می‌کنند: مشعل جوشکاری و مشعل برشکاری. این دو نوع مشعل به هم شبیه‌اند، با این تفاوت که مشعل برشکاری یک شیر تنظیم اکسیژن اضافی دارد که برای تولید جت اکسیژن به کار می‌رود؛ این جت عمل برشکاری را انجام می‌دهد.

مشعلهای جوشکاری (شکل ۹-۱۰) بر دو نوع‌اند: انژکتوری یا کم فشار، و متعادل یا با فشار متوسط.

مشعل انژکتوری (شکل ۱۰-۱۰) محفظه اختلاطی دارد که در لوله سرمشعل واقع است. اکسیژن، که از انژکتور می‌گذرد، استیلن را به داخل محفظه اختلاط می‌کشد و با آن مخلوط می‌شود. این نوع مشعل می‌تواند با استیلن بسیار

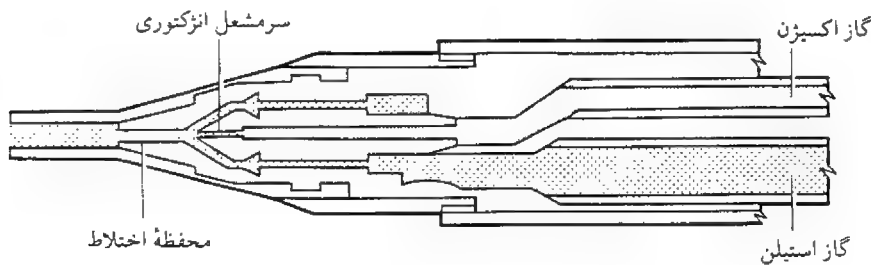


شکل ۹-۱۰ مشعل جوشکاری.

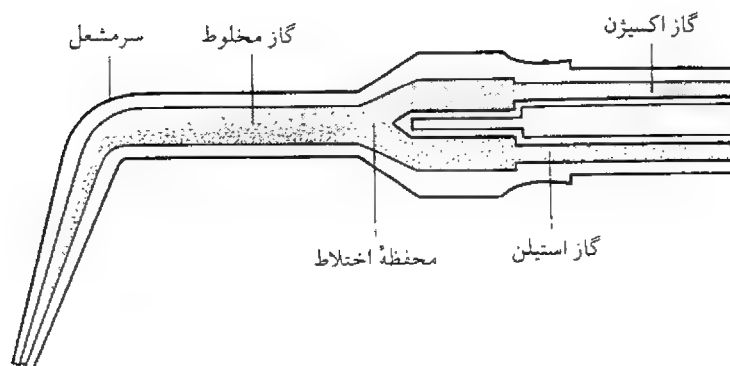
کم فشار، مانند استیلن تولید شده در مولد کم فشار، کار کند. در این مشعل فشار استیلن، بدون توجه به اندازه سرمشعل مورد استفاده یا ضخامت ورقی که جوشکاری می‌شود، ثابت می‌ماند. این مشعل می‌تواند تقریباً تا آخرین ذره گاز موجود در کپسول را مصرف کند.

مشعل متعادل (شکل ۱۱-۱۰) همراه با کپسولهای گاز پر فشار به کار می‌رود. این نوع مشعل چهار بخش اصلی دارد. بدنه مشعل نقش دسته را دارد و شیرها و محفظه اختلاط در آن تعبیه شده‌اند. روی این مشعل دو شیر نصب می‌شود: شیر اکسیژن و شیر استیلن؛ به کمک این شیرها می‌توان جریان گاز از شیلنگ به داخل محفظه اختلاط و از آنجا تا سرمشعل را برقرار و تنظیم کرد. از این شیرها برای قطع جریان گاز از شیلنگها نیز استفاده می‌شود. محفظه اختلاط جایی است که اکسیژن و استیلن، با نسبتهای مورد نظر، در آن مخلوط می‌شوند و سپس به سرمشعل می‌رسند. محفظه اختلاط را می‌توان از بدنه مشعل جدا کرد.

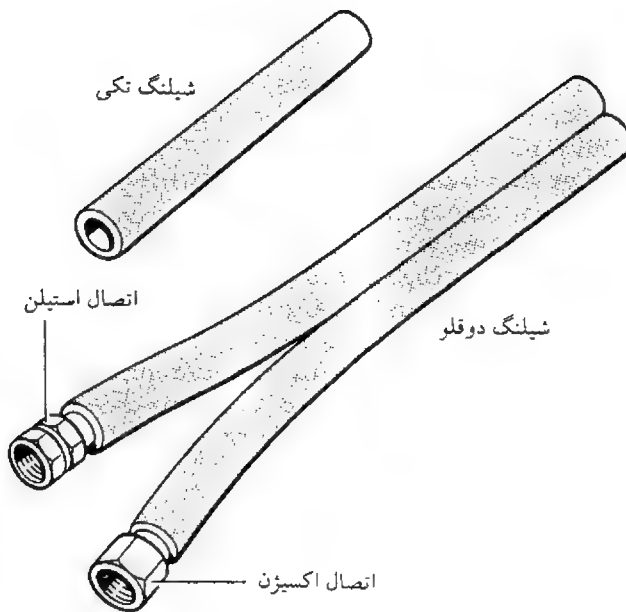
سرمشعل جایی است که شعله در آن تولید می‌شود. سرمشعلها، براساس قطر روزنه خود، اندازه‌های مختلف دارند؛ هر چه این روزنه بزرگتر باشد، فشار گاز بیشتر، آهنگ



شکل ۱۰-۱۰ مقطع مشعل انژکتوری.



شکل ۱۱-۱۰ مقطع مشعل با فشار متعادل.



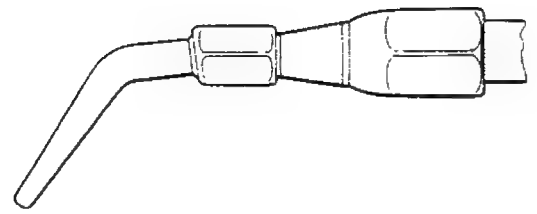
شکل ۱۰-۱۳ شیلنگهای جوشکاری و اتصالات آنها.

مشخص شود گاز عبوری از آن سوختنی نیست. این شیلنگ را با اتصالات راستگرد به رگولاتور و مشعل متصل می‌کنند.

به طور کلی شیلنگهای جوشکاری را از لاستیک طبیعی یا مصنوعی می‌سازند که در برابر مواد نفتی مقاوم است؛ با افزودن الیاف نایلن یا آستر بافته شده، این شیلنگها را تقویت می‌کنند. شیلنگهای جوشکاری، سبک، انعطاف‌پذیر و بادوام‌اند و نور خورشید یا هوا بر آنها اثر نمی‌گذارد. این شیلنگها، پس از حلقه شدن، دوباره صاف می‌شوند. این شیلنگها را به صورت تکی یا دوقلو تولید می‌کنند. در شیلنگهای دوقلو، شیلنگهای اکسیژن و استیلن به هم چسبیده‌اند (شکل ۱۰-۱۳).

فندک جوشکاری

راه صحیح روشن کردن مشعل، استفاده از فندک جرقه‌زن یا فندک جوشکاری است (شکل ۱۰-۱۴). این فندک را می‌توان با یک دست به کار انداخت و در دست دیگر مشعل را نگه داشت. جرقه به وسیله سنگ فندک تعبیه شده در بازوی متحرک فندک، در نتیجه اصطکاک با صفحه زبر، ایجاد می‌شود.



شکل ۱۰-۱۲ سرمشعل بازشو.

تخلیه آن بالاتر و شدت (گرمای) شعله بیشتر است. سرمشعل را از مس می‌سازند زیرا رسانای خوب گرماست. سرمشعل بر دو نوع است: بازشو (شکل ۱۰-۱۲) و یکپارچه (که در آن سرمشعل و لوله سرمشعل با هم یکپارچه‌اند).

مشعل دو ورودی دارد. ورودی اکسیژن رزوه راستگرد دارد و مهره شیلنگ اکسیژن به آن بسته می‌شود. ورودی استیلن رزوه چپگرد دارد و مهره شیلنگ استیلن به آن بسته می‌شود.

سوزن سرمشعل سوهان گرد و باریکی است که برای تمیز کردن سوراخ سرمشعل جوشکاری به کار می‌رود. این سوزنها همواره به صورت مجموعه‌ای با اندازه‌های متفاوت عرضه می‌شوند. وقتی سوراخ سرمشعل با دوده یا قطره‌های فلز مذاب بسته می‌شود، باید با وارد و خارج کردن سوزنی با اندازه مناسب در سوراخ سرمشعل، و تکرار این عمل به دفعات لازم، سوراخ را تمیز کرد.

هرگز از سوزنی بزرگتر استفاده نکنید، زیرا سوراخ را گشاد می‌کند.

شیلنگ جوشکاری بر دو نوع است. شیلنگ استیلن گاز استیلن را از رگولاتور به مشعل منتقل می‌کند. رنگ این شیلنگ سرخ است تا نشان دهد که حامل گاز سوختنی است. اتصالات دو سر این شیلنگ رزوه چپگرد دارند و یکی از آنها به رگولاتور و دیگری به مشعل بسته می‌شود. شیلنگ اکسیژن وظیفه انتقال اکسیژن از رگولاتور به مشعل را به عهده دارد. رنگ این شیلنگ سیاه و یا سبز است تا

جوشکاری نام دارد معمولاً سبزرنگ است. شدت رنگ این شیشه‌ها متفاوت است و با شماره مشخص می‌شود (از ۱ تا ۱۴).

سیم جوش

در هنگام جوشکاری گازی، باید با استفاده از فلز پرکن، جوش را تقویت کنید. فلز پرکن، که آن را به صورت سیم یا مفتول می‌سازند، سیم جوش یا مفتول جوشکاری نام دارد. سیم جوش باید با فلزاتی که جوشکاری می‌شوند (فلزات مبنا) همجنس باشد. انواع مختلف سیم جوش وجود دارد. متداولترین آنها عبارت‌اند از:

۱. فولاد نرم: با مس پوششکاری می‌شود تا زنگ نزنند. قطر این نوع سیم جوش از ۲mm تا ۶mm ($\frac{1}{16}$ تا $\frac{1}{4}$ اینچ) تغییر می‌کند و طول آن به حدود ۹۰۰mm (۳۶ اینچ) می‌رسد.

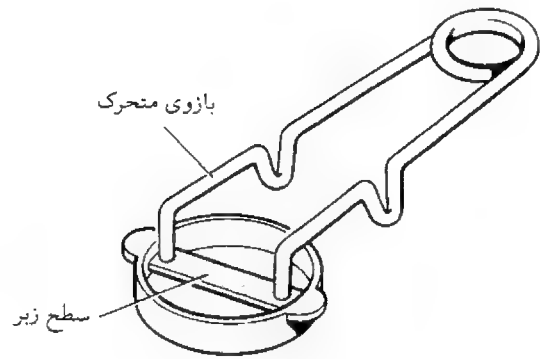
۲. چدن: به صورت لخت یا پوششکاری شده با مولیبدن و نیکل عرضه می‌شود. مفتولهای پوششکاری شده برای جوشکاری چدن آلیاژی به کار می‌روند و جوش حاصل از آنها محکمتر است. هر دو نوع به شکل مفتول یا میله چهارگوش، به طول حدود ۶۱۰mm (۲۴ اینچ) عرضه می‌شود.

۳. فولاد آلیاژی: به شکل مفتول عرضه می‌شود. برای جوشکاری فولادهای کم آلیاژ، از جمله لوله‌ها، به کار می‌رود.

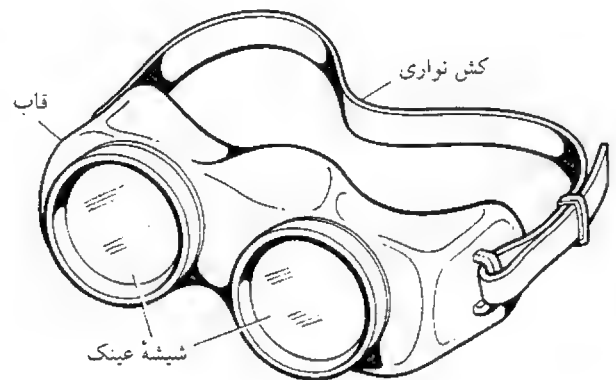
۴. فولاد زنگ‌نزن: به شکل مفتول عرضه می‌شود. بیشتر در جوشکاری ورقهای نازک فولاد زنگ‌نزن کروم-نیکلی به کار می‌رود.

۵. برنج (مفتول زردجوشکاری): در انواع و اندازه‌های مختلف عرضه می‌شود. بیشتر برای زردجوشکاری به کار می‌رود.

۶. آلومینیم: به شکل مفتول یا سیم کلاف شده، لخت یا پوششکاری شده عرضه می‌شود. مفتولهای لخت را به طول ۹۰۰mm (۳۶ اینچ) و مفتولهای پوششکاری شده را به طول ۷۰۰mm (۲۸ اینچ) می‌سازند.



شکل ۱۰-۱۴ فندک جوشکاری.



شکل ۱۰-۱۵ عینک جوشکاری.

عینک جوشکاری

▲ در هنگام جوشکاری، همواره باید عینک جوشکاری (شکل ۱۰-۱۵) به چشم بزنید. این عینک مانع رسیدن نور شدید شعله و حوضچه فلز مذاب به چشم شما می‌شود و در برابر جرقه از چشمتان محافظت می‌کند.

قاب عینک جوشکاری از نوعی پلاستیک ساخته می‌شود که جرقه آن را نمی‌سوزاند. روی این قاب دو جفت شیشه نصب می‌شود. یک جفت شیشه بیرونی، که شیشه محافظ نام دارد و معمولاً شیشه شفاف با کیفیت اپتیکی است. این شیشه مانع آسیب دیدن شیشه داخلی می‌شود. هرگاه ترشحات فلز مذاب به این شیشه آسیب برساند، باید آن را تعویض کرد. اگر این کار انجام نشود، دید جوشکار کاهش می‌یابد. شیشه داخلی، که شیشه

لایه‌ای از ماده سخت روی سطح قطعه مورد نظر می‌نشانند تا مقاومت آن در برابر سایش افزایش یابد).

هرگاه اکسیژن از استیلن بیشتر باشد، شعله اکساینده تولید می‌شود. این شعله با صدای فش فش می‌سوزد، در اطراف فلز جوش مذاب، کف و مقدار زیادی جرقه ایجاد می‌کند. این شعله از دو بخش تشکیل می‌شود: پوش بیرونی (شعله) و مخروط کوتاه و نوک تیز داخلی. چون این شعله اکسیژن اضافی دارد، فلز جوش را اکسیده می‌کند و در نتیجه اتصال ضعیف می‌شود. کاربرد اصلی آن در جوشکاری برنج و برنز و زرد جوشکاری آهن گالوانیزه است.

شعله خنثی هنگامی تولید می‌شود که مقدار استیلن و اکسیژن برابر باشد. با این نوع شعله، حوضچه مذاب درخشانی ایجاد می‌شود که جرقه ندارد یا کم جرقه دارد. شعله خنثی یک پوش خارجی متمایل به آبی (شعله) و یک مخروط داخلی کوتاه و سفید دارد. از شعله خنثی بیشتر برای کارهای عمومی جوشکاری و برشکاری استفاده می‌شود. این شعله برای جوشکاری فولادهای کربنی، فولاد زنگ‌زن و چدن به کار می‌رود.

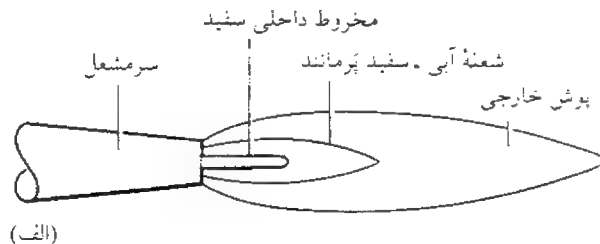
آماده کردن تجهیزات جوش استیلن

۱. کپسولهای استیلن و اکسیژن را در کنار یکدیگر، به حالت قائم قرار دهید. آنها را با زنجیر به هم ببندید تا جدا نشوند.
۲. درپوش محافظ شیر کپسولها را باز کنید.
۳. شیرهای استیلن و اکسیژن را به سرعت باز کنید و ببندید تا گردوغباری که وارد دهانه شیرها شده است پاک شود.

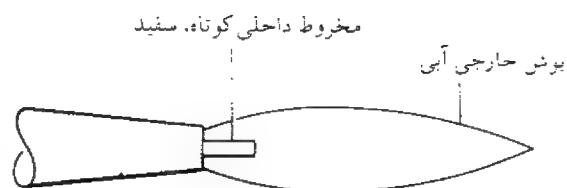
- در کنار یا پشت دهانه خروجی کپسولها بایستید. ▲
- مراقب باشید که کسی نزدیک دهانه خروجی کپسولها نباشد.
- مراقب باشید که جریان گاز استیلن به طرف شعله هدایت نشود.
- گاز اکسیژن را از گریس یا روغن دور نگه دارید تا انفجاری رخ ندهد.

در جوشکاری از سه نوع شعله استفاده می‌شود که با تغییر دادن نسبتهای استیلن و اکسیژن خروجی از سرمشعل ایجاد می‌شوند (شکل ۱۰-۱۶).

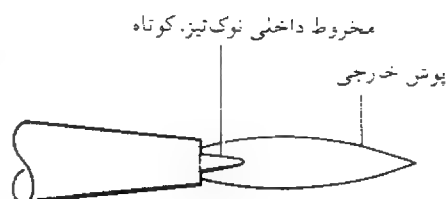
وقتی مقدار استیلن از اکسیژن بیشتر باشد، شعله کربن‌ده یا احیاکننده ایجاد می‌شود. حوضچه جوش حاصل از این نوع شعله، ناصاف است. شعله احیاکننده با سه ناحیه (مخروط) متمایز شناخته می‌شود: شعله بیرونی یا پوش، شعله پرماند به رنگ سفید مایل به آبی و مخروط سفید داخلی. شعله احیاکننده، به دلیل زیادی استیلن، که کربن دارد، مقدار بیشتری کربن به جوش اضافه می‌کند و آن را شکننده می‌سازد. بنابراین در جوشکاری فولاد کم کربن به ندرت از این نوع شعله استفاده می‌کنند، اما این شعله برای جوشکاری فولادهای آلیاژی پرکربن و روکشی سخت و زرد جوشکاری آلومینیم مناسب است (در روکشی سخت،



(الف)



(ب)



(ج)

شکل ۱۰-۱۶ انواع شعله: (الف) احیاکننده؛ (ب) خنثی؛ (ج) اکساینده.

۴. دهانه اتصالات رگولاتورهای استیلن و اکسیژن را تمیز کنید. هر یک را به کپسول مربوط به خود ببندید.

اتصال استیلن را در خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت و اتصال اکسیژن را در جهت حرکت عقربه‌های ساعت سفت کنید. برای جلوگیری از له شدن گوشه‌های اتصالات، از آچار مناسب استفاده کنید. اتصالات را بیش از اندازه سفت نکنید زیرا رزوه آنها آسیب می‌بیند.

۵. شیرهای استیلن و اکسیژن را، آهسته، به اندازه نیم دور باز کنید.

ابتدا پیچهای تنظیم رگولاتورها را به اندازه کافی شل کنید تا فشار گاز به دیافراگم رگولاتور آسیب نرساند.

۶. هر دو رگولاتور را، با باز کردن پیچهای تنظیم تا جایی که فشار کاری به 34kPa (Δpsi) برسد، تمیز کنید. بلافاصله پس از این کار، پیچها را دوباره سفت کنید. ابتدا یک رگولاتور و سپس رگولاتور دوم را تمیز کنید.

۷. شیلنگها را به رگولاتورها متصل کنید. اگر شیلنگها نو باشند، باید پیش از اتصال آنها را تمیز کرد تا باقیمانده پودر تالک از داخل آنها خارج شود.

۸. مشعل جوشکاری را به شیلنگهای جوشکاری متصل کنید. رنگ ورودی مشعل باید با رنگ شیلنگی که به آن متصل می‌شود یکی باشد.

۹. سر مشعل مناسب انتخاب کنید و آن را به مشعل ببندید.
۱۰. همه اتصالات را واریسی کنید که نشت نداشته باشند.

برای واریسی نشت از آب صابون استفاده کنید؛ ایجاد حباب نشانه نشت است.

۱۱. پس از واریسی، شیرهای مشعل را ببندید تا فشار سیستم تخلیه شود.

روشن کردن مشعل و تنظیم شعله خنثی

۱. شیر کپسول استیلن را به آهستگی، به اندازه نیم دور، باز کنید.

● جلو رگولاتور استیلن نایستید.
● شیر کپسول استیلن را نباید بیش از نیم دور باز کنید.

۲. شیر کپسول اکسیژن را به آرامی و به طور کامل باز کنید.
۳. پیچ تنظیم رگولاتور استیلن را آهسته باز کنید تا فشار سنج، فشار کاری را 34kPa (Δpsi) نشان دهد.

▲ در کنار رگولاتور بایستید و مراقب باشید که جلو آن قرار نگیرید.

۴. رگولاتور اکسیژن را به همان ترتیبی باز کنید که در مرحله ۳ گفته شد؛ آن را به اندازه $\frac{1}{4}$ دور بیشتر باز کنید.

۵. شیر اکسیژن مشعل را باز کنید. پیچ تنظیم رگولاتور اکسیژن را تا جایی باز کنید که فشار کاری به 34kPa (Δpsi) برسد. شیر اکسیژن مشعل را ببندید تا از قرائت صحیح فشار کاری مطمئن شوید.

۶. به ترتیبی که در مرحله ۵ گفته شد، فشار کاری استیلن را تنظیم کنید.

۷. عینک جوشکاری بزنید و دستکش بپوشید.

۸. شیر استیلن مشعل را کمی باز کنید. فندک بزنید تا مشعل روشن شود. فاصله نوک سر مشعل تا فندک باید در حدود 12mm ($\frac{1}{2}$ اینچ) باشد.

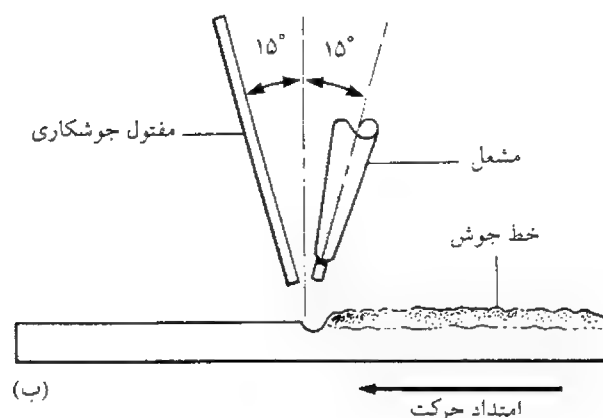
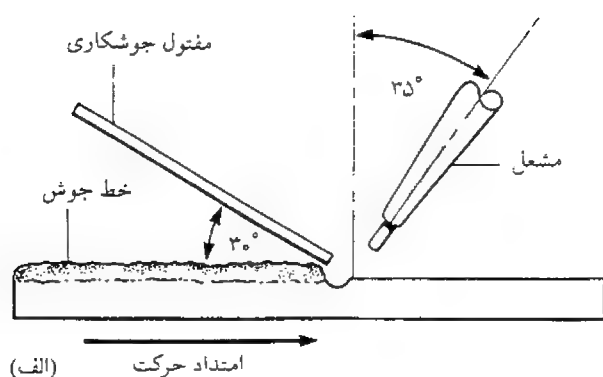
۹. شیر استیلن را تنظیم کنید تا شعله دود نکند.

۱۰. شیر اکسیژن مشعل را آهسته باز کنید تا سه منطقه متمایز شعله ایجاد شود.

۱۱. اکسیژن را به تدریج اضافه کنید تا مخروط داخلی شعله خنثی تشکیل شود. برای واریسی خنثی بودن شعله، اکسیژن بیشتری اضافه کنید تا شعله اکسایشده ایجاد شود، سپس مقدار اکسیژن را کاهش دهید تا دوباره شعله خنثی تشکیل شود.

روش خواباندن تجهیزات جوشکاری

۱. ابتدا شیر استیلن و سپس شیر اکسیژن مشعل را ببندید. در نتیجه صدای «بامب» ایجاد می‌شود، اما در نتیجه این



شکل ۱۰-۱۷ دو روش اصلی جوشکاری: الف) جوشکاری به راست؛ ب) جوشکاری به چپ.

۴. خواص مکانیکی جوش بهتر است، زیرا بازگرمایش جوش به وسیله شعله، نوعی اثر تابکاری دارد.
۵. احتمال اکسایش جوش کمتر می شود، زیرا بیشتر اوقات مفتول جوشکاری در داخل شعله است.

جوشکاری به چپ (روش پیش دستی)

در این روش، جوشکاری از سمت راست اتصال شروع می شود و به سمت چپ ادامه می یابد. در این وضعیت مفتول جوشکاری در جلو شعله قرار می گیرد؛ نوک شعله در امتداد حرکت است. در این روش مشعل بین جوش و مفتول قرار می گیرد. از این روش برای جوشکاری فلزات نازک، تا ضخامت ۵mm استفاده می شود.

معایب این روش به شرح زیر است:

۱. مفتول جوشکاری مانع دید لبه اتصال می شود و باید گاه و

اقدام دوده استیلن به داخل سرمشعل بر نمی گردد تا آن را مسدود کند. اگر از سرمشعل بزرگی استفاده می کنید، ابتدا شیر اکسیژن را ببندید تا صدای بیش از اندازه شدیدی ایجاد نشود.

۲. شیرهای کپسولهای استیلن و اکسیژن را به ترتیب ببندید.

۳. شیر استیلن را $\frac{1}{4}$ دور باز کنید تا فشار داخل شیلنگ کاهش یابد.

▲ فشارسنج باید فشار صفر را نشان دهد.

۴. شیر مشعل را دوباره ببندید. پیچ تنظیم رگولاتور را شل کنید.

۵. به ترتیبی که در مرحله ۳ گفته شد، فشار داخل شیلنگ اکسیژن را نیز تخلیه کنید.

۶. شیلنگها را به نرمی حلقه کنید و در محلی امن قرار دهید.

فنون جوشکاری

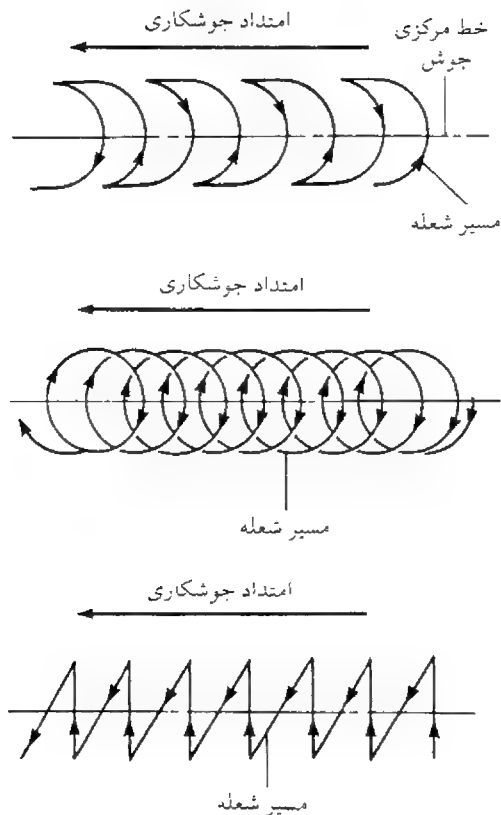
جوشکاری را به دو روش اصلی انجام می دهند: جوشکاری به راست و جوشکاری به چپ (شکل ۱۰-۱۷).

جوشکاری به راست (روش پس دستی)

جوشکارهای راست دست، جوشکاری را از سمت چپ اتصال شروع می کنند و به سمت راست می روند. بنابراین نوک شعله همواره متوجه جوش تشکیل شده است. مفتول جوشکاری بین جوش و شعله (مشعل) قرار می گیرد. این روش برای جوشکاری فلزاتی با ضخامت بیش از ۵mm مناسب است.

این روش، در مقایسه با روش جوشکاری به چپ، مزایایی به شرح زیر دارد:

۱. مفتول کمتری مصرف می کند.
۲. سرعت جوشکاری بیشتر است، زیرا مفتول جوشکاری مانع حرکت نمی شود.
۳. گاز کمتری مصرف می شود، زیرا جوشکاری سریعتر است.



شکل ۱۰-۱۸ الگوهای حرکت مشعل.

بیگاه آن را از حوضچه جوش بیرون کشید.

۲. در نتیجه سرعت جوشکاری کاهش می‌یابد.

۳. نوک مفتول جوشکاری در معرض اکسایش است، زیرا گاه و بیگاه بیرون کشیده می‌شود و در معرض هوا قرار می‌گیرد.

۴. وقتی نوک اکسید شده مفتول دوباره وارد حوضچه جوش می‌شود، جوش در معرض خطر اکسایش قرار می‌گیرد.

تمرین جوشکاری

جوشکاری با کیفیت مطلوب کار آسانی نیست. عامل‌های متعددی از جمله اندازه مشعل، زاویه شیب مشعل نسبت به سطح کار، قطر مفتول جوشکاری، فاصله سر مشعل از سطح کار، آهنگ پیشروی حوضچه جوش و بازی کردن با مشعل، بر کیفیت جوش اثر می‌گذارند. در حین انجام تمرین‌های زیر، درباره این عامل‌ها بیندیشید و درباره آنها تحقیق کنید.

تمرین ۱: بازی کردن با مشعل و نشان دادن خط جوش

۱. یک قطعه ورق فولاد نرم به ابعاد $150\text{mm} \times 50\text{mm} \times 3\text{mm}$ تهیه کنید.

۲. سطح این ورق را به سه بخش مساوی تقسیم کنید و خط مرکزی هر بخش را بکشید.

۳. ورق را، در محلی مناسب، روی میز جوشکاری قرار دهید.

۴. بدون روشن کردن شعله، مشعل را در امتداد خط مرکزی، طبق الگوهای نشان داده شده در شکل ۱۰-۱۸، جابه‌جا کنید.

۵. هر الگو را چند بار تکرار کنید تا بتوانید با مشعل، به صورت متقارن نسبت به خط مرکزی بازی کنید.

۶. پس از مسلط شدن بر این حرکات، مشعل را روشن و آن را روی شعله خنثی تنظیم کنید.

۷. از سمت راست ورق شروع کنید و مشعل را با زاویه 45° بگیرید تا فلز پیشگرم شود.

۸. وقتی ذوب شدن فلز شروع شد، مشعل را طبق الگوی

دایره‌ای حرکت دهید و آن را به طرف چپ جابه‌جا کنید. مراقب حوضچه مذاب باشید و سعی کنید اندازه آن ثابت بماند.

۹. این عمل را تکرار کنید تا بتوانید عرض حوضچه را ثابت نگه دارید. از هر دو سر ورق شروع کنید.

۱۰. این تمرین را در دو بخش دیگر ورق و روی سایر الگوها نیز انجام دهید تا تسلط کافی بر آنها پیدا کنید.

تمرین ۲: جوشکاری اتصال لب بر لب

مواد لازم:

دو قطعه ورق فولاد نرم، به ابعاد $150\text{mm} \times 40\text{mm} \times 3\text{mm}$

مفتول جوشکاری فولاد نرم، $900\text{mm} \times 3\text{mm}$

دستگاه جوش استیلین روشن و تنظیم شده روی شعله خنثی.

روش کار:

۱. دو قطعه ورق را، مطابق شکل ۱۰-۱۹، روی میز

۵. به اتصال ضربه بزنید تا خوب ذوب شدن ریشه جوش مشخص شود.

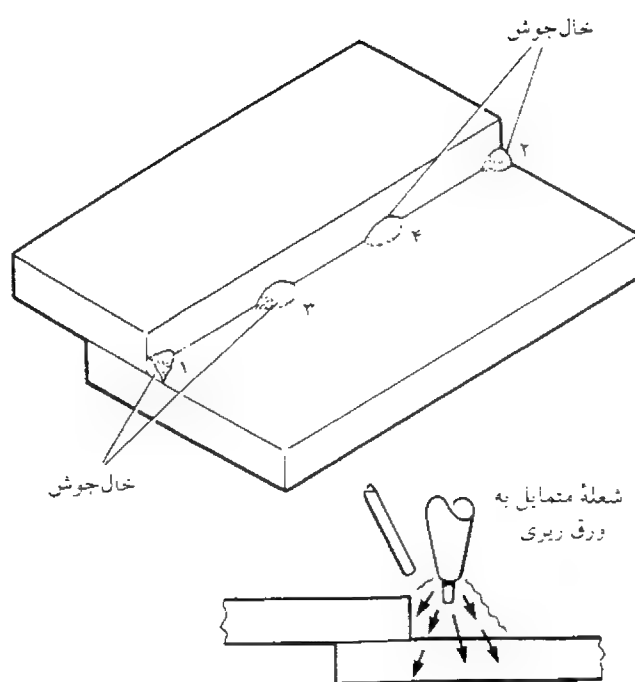
تمرین ۳: جوشکاری اتصال سپری

مواد لازم:

دو قطعه ورق فولاد نرم، به ابعاد $150\text{mm} \times 40\text{mm} \times 3\text{mm}$
مفتول جوشکاری فولاد نرم، $900\text{mm} \times 3\text{mm}$.

روش کار:

۱. ورقها را مطابق شکل ۱۰-۲۰ قرار دهید.
۲. به ترتیب نشان داده شده در شکل، خال جوش بزنید.
۳. از یک سر درز شروع کنید و تمام طول آن را جوش بدهید.



شکل ۱۰-۱۹ اتصال لب بر لب در وضعیت تخت.

جوشکاری قرار دهید.

۲. مطابق الگوی نشان داده شده در شکل، قطعات را خال جوش بدهید. با پیروی از این الگو، تابیدگی قطعه به حداقل می‌رسد.
۳. جوشکاری را از یک سر شروع کنید و تا سر دیگر ادامه دهید.

- با هدایت شعله به طرف ورق زیری، هر دو ورق را به طور یکنواخت گرم کنید تا با هم ذوب شوند.
- شیب مشعل را در جهت حرکت خط جوش بیشتر کنید. در نتیجه این عمل، بازتاب گرما روی مشعل کاهش می‌یابد.
- بازتاب گرما روی مشعل سبب پسر زدن شعله می‌شود (شعله به داخل مشعل برمی‌گردد و این عمل با صدای انفجار همراه است).
- شاید ناگزیر شوید با افزایش اکسیژن، شعله را اندکی تنظیم کنید.

۴. عملیات بیشتری انجام دهید تا کاملاً مهارت پیدا کنید.
۵. برای اطلاع از کیفیت ذوب ریشه، به اتصال ضربه بزنید.

تمرین ۴: جوشکاری اتصال لب به لب

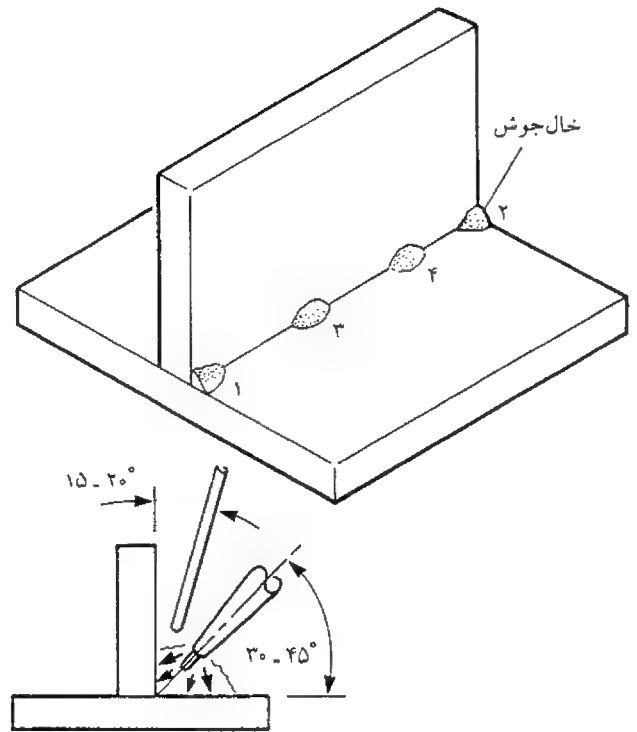
مواد لازم:

دو قطعه ورق فولاد نرم، به ابعاد $150\text{mm} \times 30\text{mm} \times 3\text{mm}$
لب ورقها را باید مطابق شکل ۱۰-۲۱ پخ بزنید.
مفتول جوشکاری فولاد نرم، $3\text{mm} \times 900\text{mm}$.

- هر دو ورق باید همزمان ذوب شوند؛ به این منظور باید شعله را به طرف ورق زیری و دور از ورق رویی هدایت کنید.
- مفتول جوشکاری را به خورد ورق بالایی بدهید و بگذارید نیروی گرانش حوضچه مذاب را به طرف ورق زیری بکشد.
- آهنگ تغذیه مفتول جوشکاری باید کافی باشد تا حوضچه مذاب دچار گسیختگی نشود و شکاف پدید نیاید.
- اگر شکافی پدید آمد، آن را با مفتول جوشکاری پر کنید.

۴. به تمرین ادامه دهید تا بر این فرایند تسلط پیدا کنید.

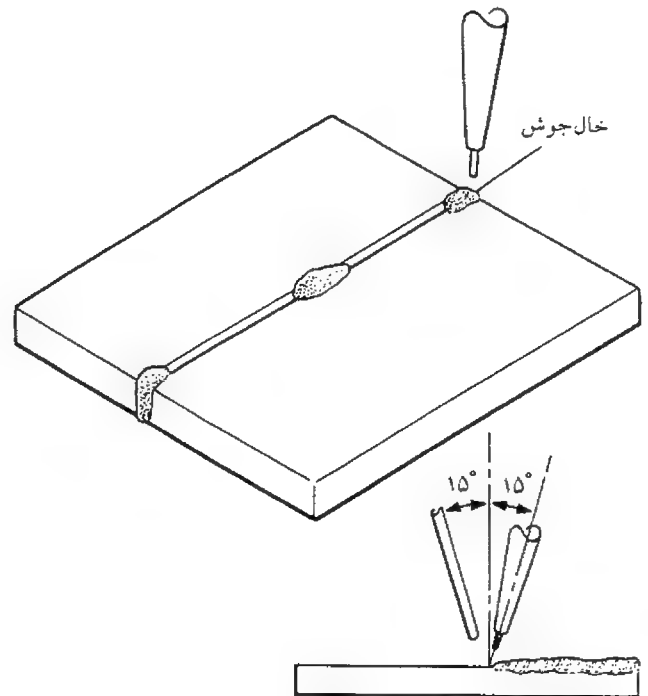
۳. جوشکاری را از یک سر درز شروع کنید (باید در هر دو روش جوشکاری به راست و جوشکاری به چپ مهارت پیدا کنید). شعله را روی خال جوش نگه دارید تا ذوب شود و به طرف دیگر درز به حرکت درآید.



شکل ۱۰-۲۰ اتصال سپری در وضعیت تخت.

- شعله باید هر دو قطعه را به طور مساوی گرم کند تا قطعه‌ها با هم ذوب شوند.
- در حین حرکت در طول درز، زاویه مشعل، زاویه مفتول، سرعت حرکت و پهنای خط جوش را ثابت نگه دارید.
- این عمل را روی ورقهایی با ضخامتهای مختلف تکرار کنید. مطمئن شوید که با حرکت در امتداد درز، هر دو ورق با هم ذوب می‌شوند.
- نفوذ جوش باید کافی باشد. در صورت امکان برای نیل به این هدف، سرمشعل را عوض کنید. آهنگ حرکت نیز بر نفوذ اثر می‌گذارد.

۴. این فرایند را، با استفاده از هر دو روش جوشکاری به راست و جوشکاری به چپ تمرین کنید تا بر هر دو روش تسلط بیابید.



شکل ۱۰-۲۱ اتصال لب‌به‌لب در وضعیت تخت.

تمرین ۵: جوشکاری افقی

در جوشکاری افقی محور خط جوش با صفحه افقی موازی است و بالای سطح میز جوشکاری قرار می‌گیرد. از مواد مورد استفاده در تمرین ۴، با همان اندازه و ضخامت استفاده کنید. برای نگه داشتن قطعات در وضعیت مناسب از صفحه پشتگیر (شکل ۱۰-۲۲) استفاده کنید. یک اتصال لب‌به‌لب در وضعیت افقی ایجاد کنید. زوایای کار و حرکت را مطابق شکل ۱۰-۲۲ بگیرید.

تمرین ۶: جوشکاری عمودی

در جوشکاری عمودی محور خط جوش بر صفحه افقی یا سطح میز کار عمود است (شکل ۱۰-۲۳). عملیات جوشکاری عمودی از جوشکاری افقی دشوارتر است.

روش کار:

۱. ورقها را روی میز جوشکاری یا آجر نسوز، به صورت لب‌به‌لب، کنار هم بگذارید.
۲. دو سر درز و وسط آن را خال جوش بزنید (شکل ۱۰-۲۱).

مراقب لبه عقبی حوضچه جوش باشید تا به طور ثابت منجمد شود. بدین ترتیب تکیه گاهی برای حوضچه جوش ایجاد می شود که با پیشروی رو به بالای جوشکاری، حوضچه را نگه می دارد. سعی کنید حوضچه کوچک بماند تا احتمال ریزش آن کاهش یابد.

برای تمرین جوشکاری عمودی، ابتدا قطعه کار را با زاویه 45° نسبت به صفحه افقی قرار دهید. وقتی در این کار مهارت پیدا کردید، زاویه کار را افزایش دهید تا به تدریج بتوانید در امتداد عمودی نیز جوشکاری کنید. جوشکاری را از پایین درز شروع کنید و بالا بروید، زیرا فلز جوش منجمد شده تکیه گاهی برای حوضچه جوش ایجاد می کند.

۱. از همان موادی استفاده کنید که در تمرین ۱۴ استفاده کردید.

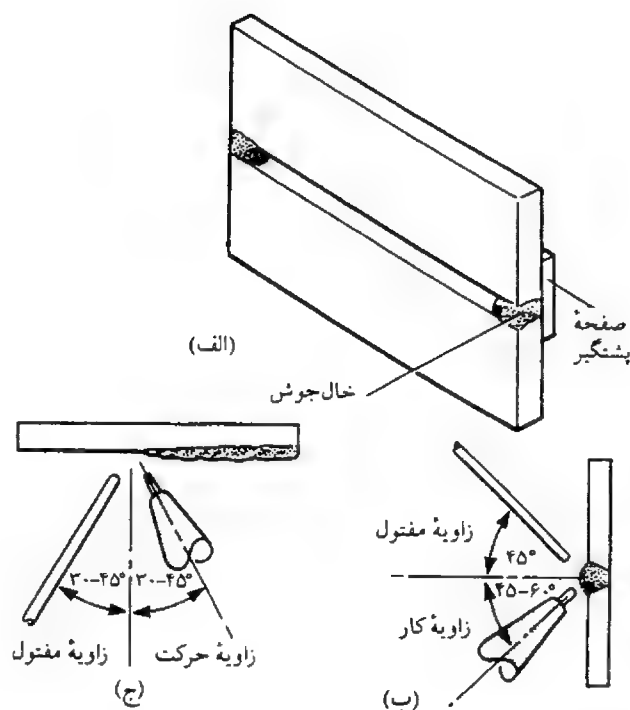
۲. درزهای زیر را در وضعیت عمودی جوشکاری کنید: لب به لب، لب به لب و سپری.

۳. کار را با زاویه 45° شروع کنید و زاویه را به تدریج افزایش دهید. همان اصول و روشهای مورد استفاده در جوشکاری افقی را به کار بگیرید.

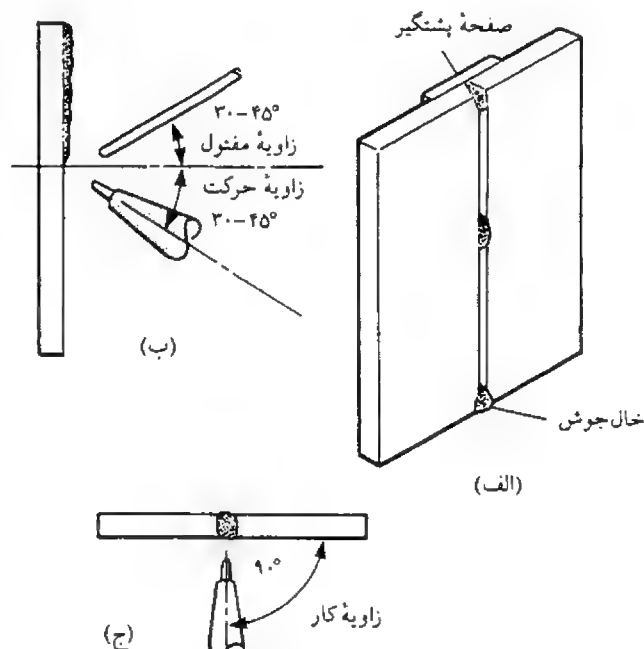
تمرین ۷: جوشکاری بالاسری

▲ جوشکاری بالاسری را باید با احتیاط و دقت فراوان انجام دهید، زیرا در غیر این صورت به آسانی دچار سوختگی خواهید شد. لباس محافظ کامل بپوشید. این لباس شامل دستکش چرمی، آستین چرمی، پیشبند چرمی و کلاه است. مستقیماً زیر خط جوش نایستید.

در این روش احتمال ریزش حوضچه جوش بیشتر از روش عمودی است. بنابراین حوضچه جوش حتماً باید کوچک باشد. اجازه ندهید مفتول جوشکاری در شعله ذوب شود، زیرا در این صورت چکه خواهد کرد. برای جلوگیری از چکه کردن مذاب، همیشه مفتول را در حوضچه جوش فرو ببرید.



شکل ۱۰-۲۲ اتصال لب به لب جناغی در وضعیت افقی: (الف) استقرار قطعه کار؛ (ب) زوایای کار و مفتول؛ (ج) زوایای حرکت و مفتول.



شکل ۱۰-۲۳ اتصال لب به لب در وضعیت عمودی: (الف) استقرار قطعه کار؛ (ب) زاویه کار؛ (ج) زوایای حرکت و مفتول.

در این عملیات باید اندازه حوضچه جوش را به دقت کنترل کرد. اگر حوضچه خیلی بزرگ شود، سرریز می کند و در امتداد خط جوش پایین می آید. برای اجتناب از این اتفاق،

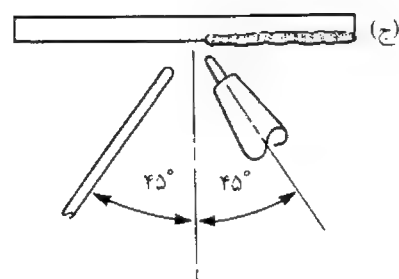
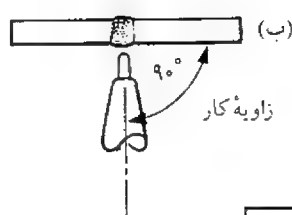
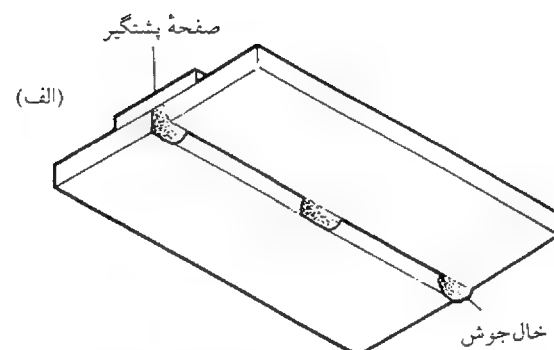
برشکاری گازی (اکسی استیلن) فرایند بریدن فلز با استفاده از شعله دمابالای حاصل از سوختن اکسیژن و استیلن است.

تا جدایش انجام شود. دستگاه مورد استفاده برای انجام این فرایند همان دستگاه جوش استیلن، به علاوه یک مشعل برشکاری است.

مشعل برشکاری

مشعل برشکاری، از لحاظ ظاهری، شبیه مشعل جوشکاری است با این تفاوت که یک دسته اضافی برای اکسیژن دارد (شکل ۱۰-۲۵). مشعل برشکاری نیز، مانند مشعل جوشکاری بر دو نوع است: انژکتوری و متعادل. اصول کار این مشعلها نیز همان است که در مورد مشعلهای جوشکاری دیدیم.

همه مشعلهای برشکاری سه مجرای داخلی برای عبور گاز دارند (شکل ۱۰-۲۶): یک مجرا برای عبور استیلن، یک مجرا برای عبور اکسیژنی که در محفظه اختلاط با استیلن مخلوط می شود تا شعله پیشگرمکن را ایجاد کند و مجرای سوم برای اکسیژن خالص که برای دمیدن به فلز مذاب و



شکل ۱۰-۲۴ اتصال لب به لب در وضعیت بالاسری: (الف) استقرار قطعه کار؛ (ب) زاویه کار؛ (ج) زوایای حرکت و مفتول.

در صورتی که حوضچه جوش کنترل شود و از مفتول به شیوه صحیح استفاده شود، جوشکاری بالاسری ایمن و موفقیت آمیز خواهد بود.

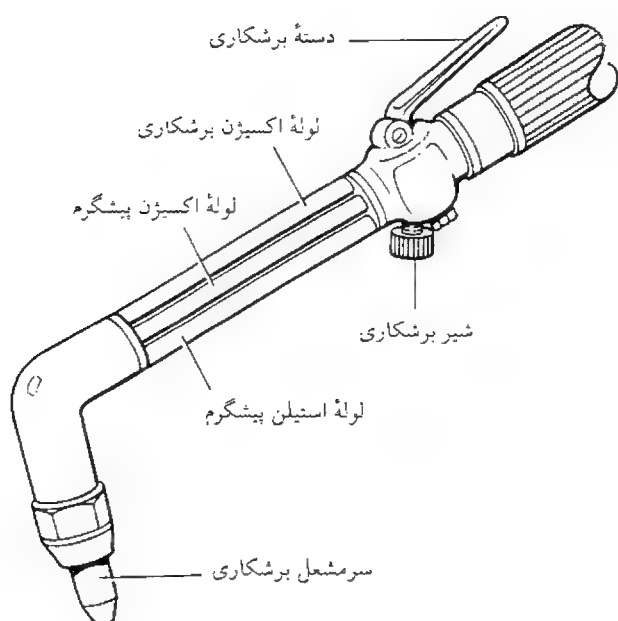
۱. با استفاده از همان موادی که در تمرینهای قبل گفته شد، عملیات جوشکاری بالاسری را روی درزهای زیر انجام دهید: درز لب به لب، درز لب بر لب و درز سپری (شکل ۱۰-۲۴).

۲. چندین امتداد را آزمایش کنید و امتدادی را انتخاب کنید که برای شما ساده تر است.

۳. همواره در جایی بایستید که احساس راحتی می کنید و از جرقه های جوشکاری در امان هستید.

برشکاری با شعله اکسی استیلن

ابتدا فلز را تا دمای بسیار بالایی پیشگرم می کنند و سپس فواره ای از گاز اکسیژن پر فشار را به حوضچه مذاب می دمند



شکل ۱۰-۲۵ مشعل برشکاری.

هر چه روزنه مرکزی سرمشعل بزرگتر باشد، اکسیژن پرفشار لازم برای برشکاری ورق ضخیمتری را تأمین می‌کند.

روشن کردن و تنظیم مشعل برشکاری

فرض می‌کنیم همه تجهیزات برشکاری، از جمله مشعل برشکاری و سرمشعل با اندازه مناسب، آماده است. همه اقدامات ایمنی، شامل نشت‌یابی، انجام شده است و محیط کار کاملاً ایمن است.

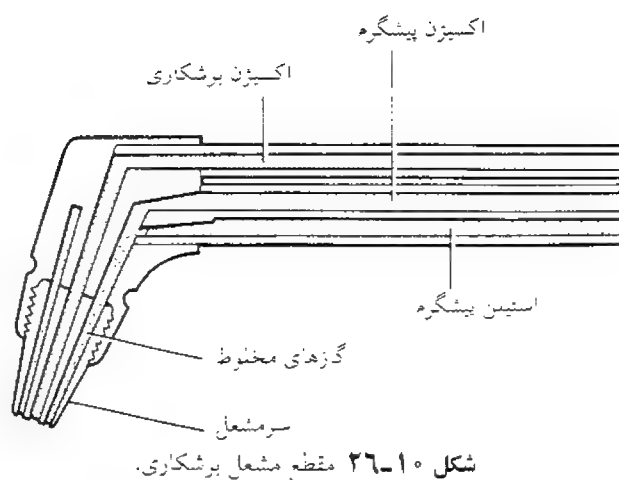
تنظیم فشار استیلن و اکسیژن

۱. شیر کپسولهای استیلن و اکسیژن را باز کنید.
۲. شیر رگولاتور استیلن را باز و فشار کاری را روی 34 kPa (5 psi) تنظیم کنید.
۳. شیر رگولاتور اکسیژن را باز و فشار کاری را روی 240 kPa (35 psi) تنظیم کنید.
۴. اگر از مشعلی با دو شیر اکسیژن استفاده می‌کنید، شیر نزدیکتر به شیلنگ را کاملاً باز کنید. اگر مشعل شما فقط یک شیر اکسیژن دارد، این مرحله را نادیده بگیرید.
۵. دسته اکسیژن را فشار دهید و پیچ رگولاتور اکسیژن را روی 240 kPa (35 psi) تنظیم کنید. پس از تنظیم فشار، دسته اکسیژن را رها کنید.
۶. شیر استیلن مشعل را به اندازه $\frac{1}{4}$ دور باز کنید و فشار را دوباره روی 34 kPa (5 psi) تنظیم کنید. سپس شیر را دوباره ببندید.
۷. اکنون فشار هر دو گاز تنظیم شده است.

روشن کردن مشعل با شعله خنثی برای پیشگرم کردن

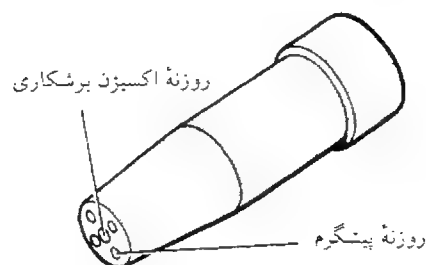
فرض می‌کنیم فشار هر دو گاز را قبلاً تنظیم کرده‌اید.

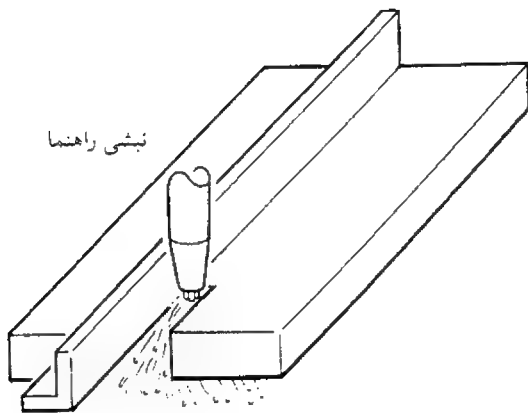
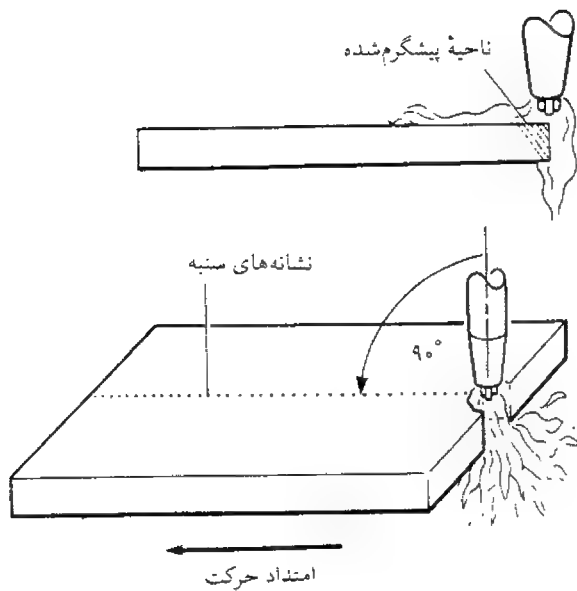
۱. شیر استیلن مشعل را به اندازه $\frac{1}{4}$ دور باز و مشعل را روشن کنید. جریان گاز را تنظیم کنید تا مشعل دیگر دود نکند.
۲. شیر اکسیژن مشعل را باز کنید (شیری که به دسته



بریدن آن لازم است. شیر تنظیم استیلن جریان خروجی گاز استیلن را تنظیم می‌کند. شیر تنظیم اکسیژن جریان خروجی گاز اکسیژن لازم برای اختلاط با استیلن را تنظیم می‌کند. بعضی از مشعلهای برشکاری دو شیر تنظیم اکسیژن دارند. دسته برشکاری جریان پرفشار اکسیژن را برای برشکاری آزاد می‌سازد.

سرمشعل برشکاری معمولاً سه یا چند روزنه کوچک دارد که یک روزنه مرکزی بزرگ را احاطه کرده‌اند. روزنه مرکزی روزنه‌ای است که اکسیژن پرفشار از آن بیرون می‌آید و عمل برشکاری را انجام می‌دهد. از روزنه‌های پیرامونی، گاز مخلوط برای پیشگرم کردن بیرون می‌آید (شکل ۱۰-۲۷). سرمشعل برشکاری را، مانند سرمشعل جوشکاری، از مس می‌سازند، زیرا رسانندگی گرمایی آن بالا است. سرمشعل برشکاری روی مشعل پیچیده می‌شود. اندازه سرمشعل براساس قطر روزنه مرکزی و روزنه‌های پیرامونی آن تعیین می‌شود. سرمشعل را با توجه به ضخامت فلزی که باید بریده شود و نوع برشی که باید انجام شود انتخاب می‌کنند.





شکل ۱۰-۲۸ برشکاری.

دسته برشکاری را به سرعت فشار ندهید، زیرا افزایش ناگهانی فشار اکسیژن، فلز را سرد می‌کند و شروع برشکاری دشوار می‌شود.

۹. روی خط برش، به طور پیوسته و تدریجی، حرکت کنید تا به انتهای آن برسید.

- اگر سرعت حرکت بیش از اندازه باشد، فلز به اندازه کافی پیشگرم نمی‌شود و برشکاری ادامه نمی‌یابد.
- اگر برشکاری متوقف شد، دسته برشکاری را رها کنید، سرمشعل را به نقطه‌ای برگردانید که برشکاری از آنجا متوقف شده است و کار را دوباره آغاز کنید.

برشکاری نزدیکتر است). جریان اکسیژن را تنظیم کنید تا شعله‌های پیشگرم‌کن خنثی شوند.

۳. دسته برشکاری را فشار دهید و شعله‌های پیشگرم‌کن را تماشا کنید. اگر تغییری در شعله‌ها ایجاد شد و از حالت خنثی درآمدند، در حالی که هنوز دسته برشکاری را فشار می‌دهید، شیر اکسیژن مشعل را دوباره تنظیم کنید تا شعله‌های پیشگرم‌کن خنثی شوند.

۴. اکنون همه چیز برای برشکاری آماده است.

تمرین برشکاری با شعله اکسی استیلن

مواد لازم:

- قطعه‌ای ورق فولاد نرم، به ضخامت ۱۲٫۵mm.
- یک قطعه نبشی.
- دو عدد گیره.
- دستگاه برشکاری با شعله اکسی استیلن.

روش کار:

۱. خط برش را روی سطح ورق با سنبه مشخص کنید.
۲. ورق را طوری روی میز کار قرار دهید که خط برش از لبه میز بیرون باشد (شکل ۱۰-۲۸).
۳. مشعل را روشن و آن را با شعله خنثی تنظیم کنید.
۴. در محلی مناسب و ایمن بایستید تا بتوانید خط برش را به وضوح ببینید.
۵. شعله‌های پیشگرم‌کن را طوری روی ورق بگیرید که یکی از آنها فلز را، درست در جلو خط برش، گرم کند (شکل ۱۰-۲۸).
۶. مشعل را ثابت نگه دارید. فاصله شعله‌های پیشگرم‌کن تا سطح فلز باید ۱٫۵ تا ۳ میلیمتر باشد.
۷. وقتی فلز به اندازه کافی گرم شد (به رنگ سرخ نارنجی درآمد) دسته برشکاری را آهسته فشار دهید.
۸. وقتی برشکاری آغاز شد، دسته را کاملاً فشار دهید و مشعل را در امتداد خط برش حرکت دهید؛ زاویه سرمشعل با سطح ورق باید ۹۰° باشد.

- در جوشکاری از شعله‌های خنثی، احیاکننده و اکساینده استفاده می‌شود.
- دو روش اصلی جوشکاری عبارت‌اند از جوشکاری به راست (پس‌دستی) و جوشکاری به چپ (پیش‌دستی).
- عملیات جوشکاری گازی را می‌توان در وضعیتهای تخت، افقی، عمودی و بالاسری انجام داد.
- برشکاری با شعله اکسی‌استیلن فرایندی است که در آن با گرم کردن فلز و دمیدن اکسیژن خالص پرفشار به حوضچه مذاب ایجاد شده، فلز را برش می‌دهند.
- مشعل برشکاری شبیه مشعل جوشکاری است، با این تفاوت که یک دسته اضافی برای اکسیژن دارد که با فشردن آن، اکسیژن خالص پرفشار از سرمشعل تخلیه می‌شود و عمل برشکاری را انجام می‌دهد.
- سرمشعل برشکاری یک روزنه مرکزی دارد که سه یا چند روزنه کوچکتر آن را احاطه کرده‌اند.
- مخلوط گاز پیشگرم‌کن از روزنه‌های پیرامونی و گاز اکسیژن خالص از روزنه میانی بیرون می‌آید.
- در حین عملیات برشکاری، شعله پیشگرم‌کن باید حالت خنثی داشته باشد.
- در هنگام برشکاری، از فشردن و رها کردن دسته برشکاری خودداری کنید؛ این عمل سبب سرد شدن فلز و ایجاد وقفه در برشکاری می‌شود.
- مشعل برشکاری را باید به طور آهسته و پیوسته روی خط برشکاری پیش ببرید تا فلز به خوبی پیشگرم شود.

تمرین و پرسش

۱. تفاوت بین جوشکاری پتکه‌ای و جوشکاری گازی را به اختصار بیان کنید.
۲. چرا سر قطعاتی را که باید از طریق جوشکاری پتکه‌ای به هم متصل شوند، غالباً ضخیم می‌کنند.
۳. سه اقدام احتیاطی را نام ببرید که در هنگام مصرف گاز استیلن باید آنها را رعایت کنید.
۴. دست‌کم دو راه برای تشخیص کپسول گاز سوختنی یا اتصال آن، از کپسول اکسیژن یا اتصال آن، شرح دهید.

تمرینهای مشابهی انجام دهید تا در این کار مهارت پیدا کنید و بتوانید بدون استفاده از راهنما، برشکاری کنید.

خاموش کردن دستگاه

۱. دسته برشکاری را رها کنید.
۲. شیرهای اکسیژن و استیلن مشعل را ببندید.
۳. شیرهای کپسولهای استیلن و اکسیژن را، یکی پس از دیگری، ببندید.
۴. شیرهای استیلن و اکسیژن مشعل را باز کنید تا فشار گاز داخل شیلنگها کاهش یابد. در این حالت فشارسنج باید صفر را نشان دهد، شیرها را دوباره ببندید.
۵. شیرهای رگولاتور استیلن و رگولاتور اکسیژن را ببندید.
۶. شیلنگها را حلقه کنید و در جای مطمئن قرار دهید.

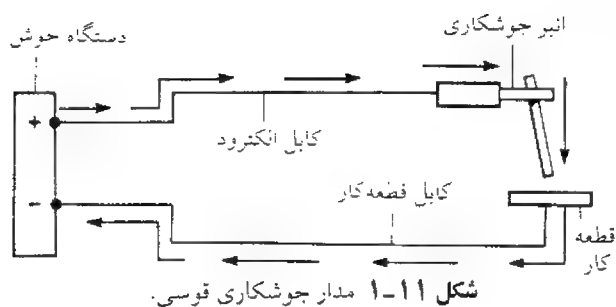
■ مرور مطالب این فصل

- پیشینه فن شکل دادن و متصل کردن قطعات فلزی به عصر مفرغ و آهن می‌رسد؛ در آن اعصار اسلحه و ابزار را از طریق ریخته‌گری و جوشکاری پتکه‌ای می‌ساختند.
- جوشکاری روشی برای اتصال دائمی قطعات فلزی است.
- مهمترین انواع جوشکاری عبارت‌اند از جوشکاری پتکه‌ای، جوشکاری گازی و جوشکاری قوسی.
- متداولترین گازهایی که در جوشکاری مصرف می‌شوند عبارت‌اند از استیلن، پروپان و متیل استیلن پروپادین.
- گازهای سوختنی و اکسیژن را در کپسولهای فولادی نگهداری و حمل می‌کنند.
- ابزار مورد استفاده برای تعیین فشار نگهداری و فشار تخلیه گازهای سوختنی و اکسیژن، رگولاتور نام دارد.
- دستگاهی که برای مخلوط کردن گاز سوختنی و اکسیژن به کار می‌رود تا شعله مناسب برای جوشکاری را تولید کند، مشعل جوشکاری نام دارد.
- مشعلهای جوشکاری به دو دسته اصلی تقسیم می‌شوند: مشعل انژکتوری برای گاز کم‌فشار و مشعل متعادل برای گاز پرفشار.

۵. چگونه می‌توان مشعل انژکتوری را از مشعل متعادل تشخیص داد؟
۶. سه نوع شعله مشعل جوشکاری را با رسم شکل شرح دهید. مشخصه‌های اصلی و کاربرد هر نوع شعله را بیان کنید.
۷. دوروش جوشکاری را با رسم شکل شرح دهید. زوایای مشعل و مفتول جوشکاری را روی شکل نشان دهید و اثر آنها را بر خط جوش بیان کنید.
۸. هر یک از اتصالهای جوشکاری زیر را با رسم شکل شرح دهید. در هر مورد زوایای مشعل و مفتول جوشکاری را ذکر کنید:
- الف) اتصال سپری در وضعیت تخت.

- ب) اتصال لب‌به‌لب جناغی در وضعیت افقی.
- ج) اتصال لب‌به‌لب جناغی در وضعیت عمودی.
۹. مشعل برشکاری چند مجرای داخلی دارد؟ وظیفه هر یک را شرح دهید.
۱۰. چه عاملی اندازه سرمشعل برشکاری را تعیین می‌کند؟ عاملهایی را که در هنگام انتخاب سرمشعل برشکاری باید در نظر گرفت نام ببرید.
۱۱. چرا برای برشکاری از شعله پیشگرم‌کن استفاده می‌شود؟ با ترسیم شکل پاسخ دهید.
۱۲. فشارکاری گازهای استیلن و اکسیژن را، برای برشکاری، ذکر کنید.

جوشکاری قوس الکتریکی



مقدمه

جوشکاری قوس الکتریکی فرایندی است که در آن از مفتول روپوش‌داری به نام الکترود برای حمل جریان الکتریسته استفاده می‌شود؛ الکترود با سطح کار قوس تشکیل می‌دهد و این قوس گرمای کافی برای ذوب الکترود و قطعه کار را تأمین می‌کند؛ پس از انجماد حوضچه ذوب تشکیل شده، اتصال ایجاد می‌شود.

فرایند جوشکاری قوسی، به دلایل زیر، متداولترین فرایند جوشکاری است. این فرایند بسیار انعطاف‌پذیر است؛ فلزاتی با ضخامتهای مختلف را می‌توان در هر وضعیتی جوشکاری کرد. این فرایند کاملاً سیار است؛ تجهیزات مورد نیاز ساده‌اند و به آسانی می‌توان آنها را جابه‌جا کرد، به ویژه اگر از نوع موتورجوش باشند. با استفاده از این فرایند می‌توان فلزات مختلفی از جمله فولاد، چدن، فولاد زنگ‌زن، نیکل، آلومینیم و آلیاژهای آنها را جوشکاری کرد.

اصول جوشکاری قوسی

فرایند جوشکاری قوسی بر جریان الکتریکی مبتنی است.

وقتی جریان الکتریکی یا جریان برق، از کابل می‌گذرد، مقاومت کابل در برابر جریان، سبب تولید گرما می‌شود. هر چه جریان برق شدیدتر باشد، مقاومت کابل بیشتر می‌شود و گرمای بیشتری تولید می‌کند.

در فرایند جوشکاری قوسی، الکترود و قطعه کار به منزله پایانه‌های الکتریکی عمل می‌کنند. جریان برق می‌تواند از الکترود به قطعه کار، یا از قطعه کار به الکترود منتقل شود؛

جهت جریان به نوع ماشین جوشکاری و اتصال قطبها بستگی دارد (شکل ۱-۱۱).

فرض کنید جریان از الکترود به قطعه کار می‌رود. وقتی الکترود را به قطعه کار نزدیک کنید، جریان، شکاف هوای بین نوک الکترود و سطح قطعه کار را جهش می‌کند و قوس الکتریکی ایجاد می‌شود. شکاف هوا در برابر عبور جریان مقاومت زیادی از خود نشان می‌دهد. این مقاومت زیاد سبب تولید گرمای شدیدی می‌شود. دمای ایجاد شده بین 330°C و 550°C متغیر است. این دما برای ذوب الکترود و قطعه کار کافی است.

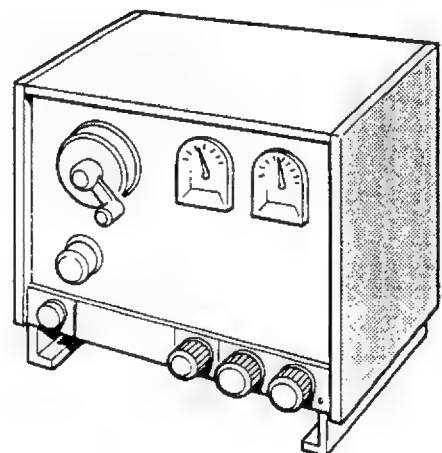
در مدار جوشکاری قوسی با سه ولتاژ پایه سروکار داریم. ولتاژ مدارباز، ولتاژ بین سرسیمهای دستگاه جوش است، وقتی دستگاه روشن است، اما قوس برقرار نیست یا جوشکاری انجام نمی‌شود. ولتاژ مدار بسته، ولتاژ در حالت برقراری قوس یا انجام جوشکاری است. ولتاژ مدار بسته، ولتاژ واقعی جوشکاری است. وقتی قوس الکتریکی برقرار است و الکترود با سطح قطعه کار یا سطح میز فلزی جوشکاری تماس پیدا می‌کند، با ولتاژ اتصال کوتاه سروکار داریم. اتصال کوتاه می‌تواند سبب داغ شدن سیم پیچ ترانس جوش شود و به دینام آسیب برساند.

دستگاهها و تجهیزات جوشکاری

جریان مورد استفاده برای جوشکاری قوسی با استفاده از سه نوع دستگاه تولید می شود: موتورجوش، ترانس جوش و دستگاه جوش یکسوکننده (شکل ۱۱-۲).

موتورجوش از یک مولد و یک موتور بنزینی یا دیزل تشکیل می شود. موتورجوش نسبتاً ارزان است، ولی هزینه نگهداری آن زیاد است. مزیت موتورجوش در این است که می توان در محل هایی که برق نیست از آن استفاده کرد. موتورجوش می تواند جریان مستقیم (دی سی)، جریان متناوب (ای سی) یا جریان مرکب دی سی و ای سی تولید کند. ترانس جوش باید به برق وصل شود. جریان برق شبکه ۲۲۰ ولت یا بیشتر است که برای جوشکاری خیلی زیاد است. بنابراین ترانسفورماتور ولتاژ برق را کاهش می دهد و جریان مناسب برای جوشکاری را تأمین می کند. ترانس جوش سبک و قوی و بی صداست. در محل هایی که برق نیست نمی توان از ترانس جوش استفاده کرد.

دستگاه جوش یکسوکننده جریان متناوب را به جریان مستقیم مناسب برای جوشکاری تبدیل می کند. این دستگاه شامل یک ترانسفورماتور است که ولتاژ بالا را به ولتاژ پایین، اما با جریان بالا، تبدیل می کند و یکسوکننده ای دارد که کار آن تبدیل جریان متناوب به مستقیم است. این نوع دستگاه به سیستم تنظیم جریان مجهز است؛ دو نوع دیگر کنترلگرهایی برای تنظیم ولتاژ مدار باز دارند. دستگاه جوش یکسوکننده



شکل ۱۱-۲ دستگاه جوش.

را باید خنک کرد وگرنه می سوزد.

▲ همواره مراقب باشید که پروانه خنک کن دستگاه کار کند.

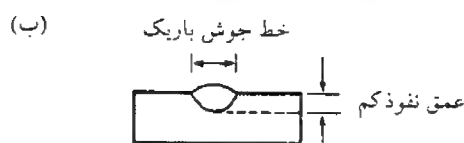
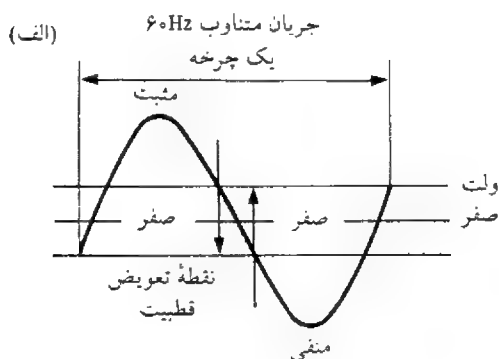
سه نوع دستگاه جوشی که شرح داده شد دستگاههای جریان - ثابت اند. آنها را اساساً برای جوشکاری دستی طراحی کرده اند. انواع دیگر دستگاه جوش با پتانسیل (ولتاژ) ثابت نیز ساخته می شوند که بیشتر برای جوشکاری میگ (جوشکاری قوسی با الکتروود فلزی و گاز خنثی) به کار می روند؛ در این کتاب با این دستگاهها سروکار نداریم.

اثر قطبیت جریان

چنانکه گفته شد، الکتروود (مفتول جوشکاری) و قطعه کار بخشی از مدار الکتریکی را تشکیل می دهند. برای تکمیل مدار، باید جریان خروجی از دستگاه جوش را، از طریق کابل، به انبر جوشکاری رساند، تا با عبور از الکتروود به قطعه کار برسد و از آنجا به دستگاه جوش برگردد. در روش دیگر، جریان ابتدا از طریق کابل به قطعه کار می رسد و از آنجا، با عبور از الکتروود و انبر جوشکاری، به دستگاه جوش برمی گردد. بعضی از دستگاهها می توانند، بدون توجه به نحوه اتصال الکتروود و کابلها به دستگاه، جهت جریان را به سرعت تغییر دهند.

نحوه اتصال الکتروود و کابلها به ترمینالهای دستگاه جوش را قطبیت می نامند. جهت جریان، نوع قطبیت یا جریان جوشکاری را تعیین می کند.

در جوشکاری با جریان مستقیم با قطبیت مستقیم (شکل ۱۱-۳)، کابل الکتروود به ترمینال منفی و کابل قطعه کار به ترمینال مثبت دستگاه جوش متصل می شود. در این وضعیت، جریان از قطعه کار عبور می کند. بنابراین بخش عمده گرما ($\frac{2}{3}$ آن) به قطعه کار می رسد و الکتروود کمتر از $\frac{1}{3}$ گرمای جوشکاری را دریافت می کند؛ در این حالت قطعه کار بیشتر از الکتروود گرم می شود و بهتر است از الکتروود باریک استفاده کرد. جوش حاصل از این وضعیت عمق نفوذ بیشتری دارد و خط جوش آن باریکتر است.



شکل ۱۱-۵ جریانی متناوب: (الف) شکل موج ای سی؛ (ب) جوش ای سی.

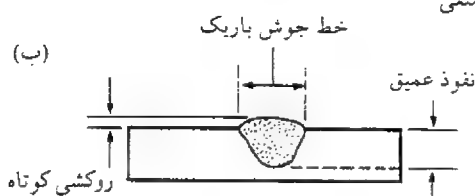
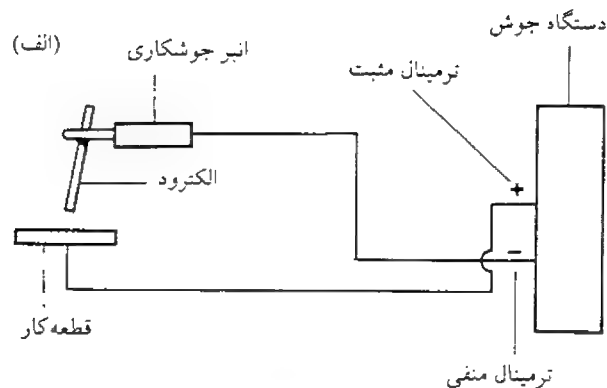
الکترودهای قطورتر استفاده شود. خط جوش حاصل کم عمق و عریض است.

در جریان متناوب (ای سی)، جهت جریان در هر ثانیه ۱۰۰ بار (در کشورهایی که فرکانس برق ۵۰ هرتز است) تغییر می کند و در نتیجه قطبیت الکتروود و قطعه کار، با آهنگ برابر، از مثبت به منفی، تعویض می شود (شکل ۱۱-۵)؛ یعنی در نیمی از اوقات الکتروود مثبت (آند) است و در نیمی دیگر منفی (کاتد). تعویض سریع جهت جریان سبب می شود که گرمای جوشکاری به طور یکنواخت بین الکتروود و قطعه کار تقسیم شود. در این وضعیت نصف گرما را الکتروود می گیرد و بقیه آن به قطعه کار می رسد. اثر توزیع یکنواخت گرمای جوشکاری، تولید جوشی متعادل، بانفوذ و پهنای متوسط است.

تجهیزات جانبی

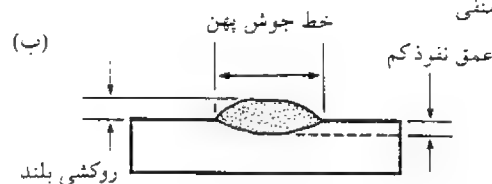
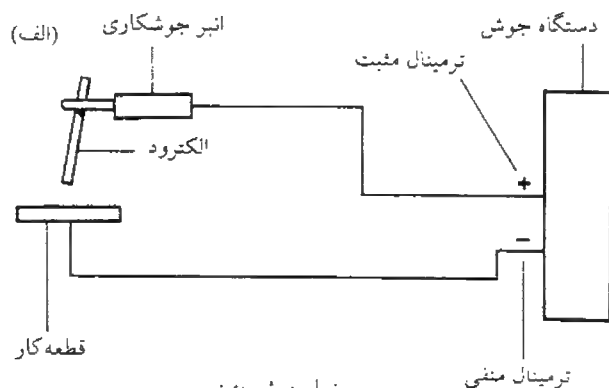
در کارگاه جوشکاری، علاوه بر دستگاه جوش که قبلاً شرح داده شد، به تجهیزات دیگری نیز برای تکمیل دستگاه و ایمنی شخصی نیاز است.

انبر جوشکاری (شکل ۱۱-۶) وسیله ای شبیه انبر است که الکتروود را با آن می گیرند. انبر جوشکاری به کابل برقی متصل می شود که به ترمینال دستگاه جوش اتصال دارد. انبر جوشکاری خوب باید:

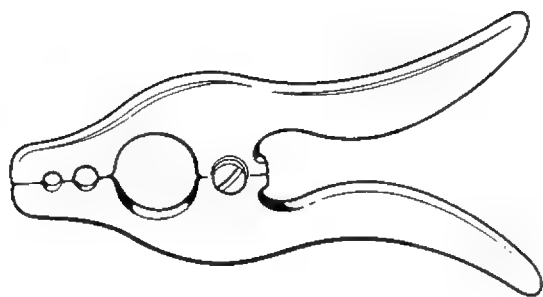


شکل ۱۱-۳ اتصال جریانی مستقیم با قطبیت مستقیم: (الف) مدار جوشکاری؛ (ب) اثر جریان مستقیم با قطبیت مستقیم.

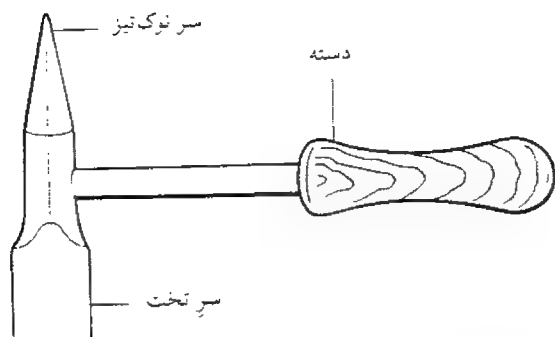
وقتی کابل الکتروود به ترمینال مثبت و کابل قطعه کار به ترمینال منفی دستگاه جوش متصل شود، با وضعیت جریان مستقیم با قطبیت معکوس (شکل ۱۱-۴) سر و کار داریم. در این وضعیت جریان از الکتروود عبور می کند؛ در نتیجه $\frac{2}{3}$ گرمای تولید شده به الکتروود می رسد و قطعه کار فقط $\frac{1}{3}$ گرما را دریافت می کند. بنابراین الکتروود از قطعه کار داغتر است و سریعتر ذوب می شود. در این وضعیت بهتر است از



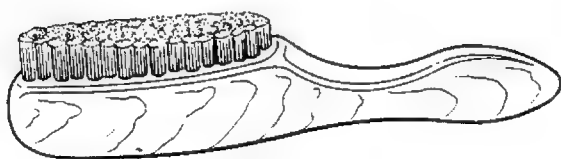
شکل ۱۱-۴ اتصال جریانی مستقیم با قطبیت معکوس: (الف) مدار جوشکاری؛ (ب) اثر جریان مستقیم با قطبیت معکوس.



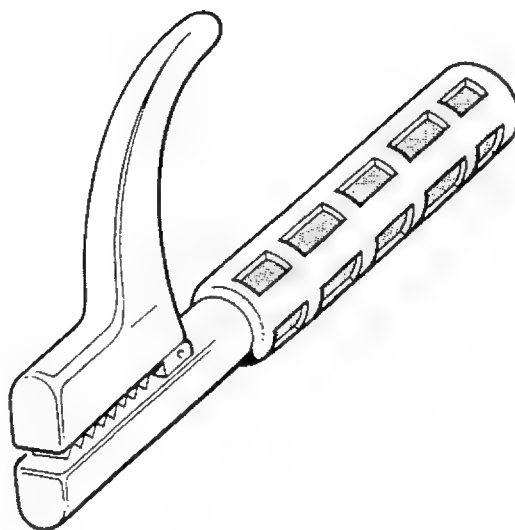
شکل ۱۱-۷ گیره اتصال زمین.



شکل ۱۱-۸ چکش گیل زنی.



شکل ۱۱-۹ برس سیمی.



شکل ۱۱-۶ انبر جوشکاری.

۱. سبک باشد تا بتوان راحت آن را در دست نگه داشت؛
۲. به خوبی متعادل شده باشد؛
۳. به آسانی از گرما تأثیر نپذیرد؛
۴. الکترود را سفت بگیرد و به آسانی آن را رها کند؛
۵. به خوبی عایق شده باشد تا سبب برق گرفتگی نشود.

▲ وقتی دستگاه جوش روشن است، فکهای بی عایق انبر جوشکاری نباید با سطح میز کار تماس پیدا کنند. در صورت تماس جرقه‌ای ایجاد می‌شود که ممکن است به چشم صدمه بزند؛ به علاوه به سبب ایجاد اتصال کوتاه، ممکن است دستگاه جوش آسیب ببیند.

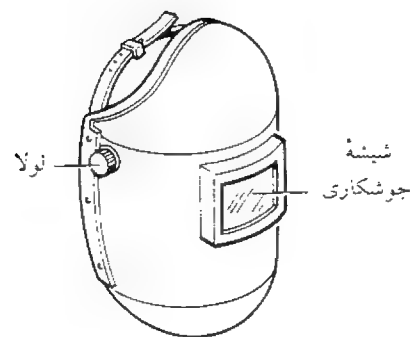
پرتو فرابنفشی که در حین جوشکاری قوسی تولید می‌شود، ممکن است به چشم کسانی که در اطراف هستند آسیب برساند. بنابراین محوطه جوشکاری را باید با پرده جوشکاری محصور کرد. این پرده را از کرباس ضخیم مقاوم در برابر آتش می‌سازند و در صورت امکان با رنگ سیاه یا خاکستری مقاوم در برابر عبور پرتو فرابنفش رنگ می‌زنند. در کارگاههای آموزشی بهتر است از اتاقک جوشکاری استفاده شود.

گیره اتصال زمین (شکل ۱۱-۷) اتصال فلزی است که به

انتهای کابل برق متصل است و آن را به قطعه کار یا به میز جوشکاری وصل می‌کنند. گیره اتصال زمین باید همواره تمیز باشد. این گیره را نباید به قطعه کاری که کثیف، رنگ شده، چرب، یا روغنی است متصل کنید. هرگز این گیره‌ها را به اجسامی که ممکن است به آسانی آتش بگیرند وصل نکنید. از چکش گیل زنی برای جدا کردن یا شکستن سرباره ایجاد شده روی خط جوش که اصطلاحاً آن را گیل می‌نامند، استفاده می‌شود. چکش گیل زنی دو سر است؛ یک سر آن تیز و سر دیگرش تخت است و به موازات دسته چکش قرار دارد (شکل ۱۱-۸).

پس از زدن گیل جوش باید خط جوش را با استفاده از برس سیمی (شکل ۱۱-۹) تمیز کنید. در نتیجه این کار مکهای موجود در خط جوش آشکار می‌شوند و می‌توان آنها را

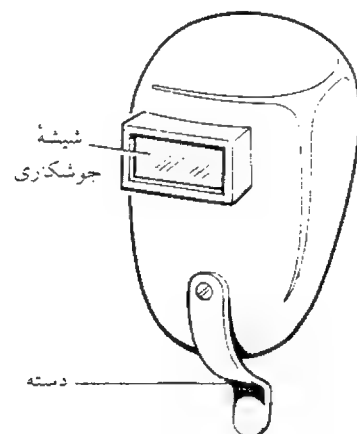
کلاه معمولی به سر گذاشت تا از پوست سر محافظت کند. کلاه جوشکاری (شکل ۱۰-۱۱) دو شیشه دارد. شیشه داخلی با رنگ مخصوصی رنگ شده است و از چشم در برابر نور شدید و پرتوهای نامرئی که به وسیله قوس تولید می شود، محافظت می کند. شیشه بیرونی، که قابل تعویض است، شیشه ای ساده و شفاف است. این شیشه مانع برخورد ذرات فلز به شیشه داخلی و آسیب دیدن آن می شود. بیشتر کلاههای جوشکاری قابل تنظیم اند و می توان در هنگام نیاز آنها را بالا یا پایین آورد.



شکل ۱۰-۱۱ کلاه جوشکاری.

در هنگام جوشکاری می توان، به جای کلاه، از ماسک جوشکاری (شکل ۱۱-۱۱) استفاده کرد تا از صورت محافظت کند. ماسک جوشکاری را باید با دست نگه داشت و در هنگام استقرار قطعه کار برای برقراری قوس، باید آن را روی میز گذاشت. ماسک جوشکاری نیز، مانند کلاه جوشکاری، دو شیشه دارد: یکی ساده و دیگری رنگی. کارکردن با ماسک دشوارتر از کلاه است، اما برای هنرجویانی که عملیات جوشکاری را تماشا می کنند مناسب است.

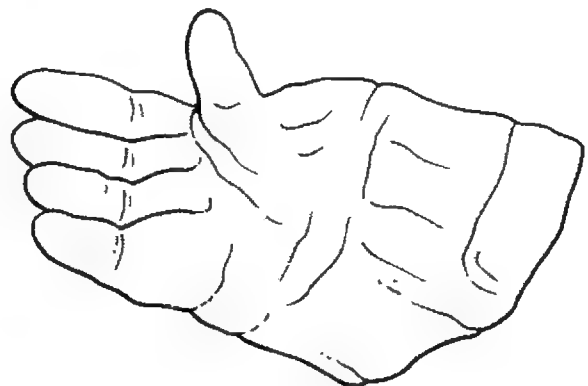
پیشبند و دستکش چرمی (شکل ۱۱-۱۲) از جمله پوشاک مقاوم در برابر شعله اند که جوشکار آنها را می پوشد تا از لباس زیری و بدن خود، در برابر جرقه، فلز مذاب و فلز داغی که جوش داده می شود، محافظت کند. پیشبند باید به اندازه کافی بلند باشد و دستکش باید اندازه دست باشد.



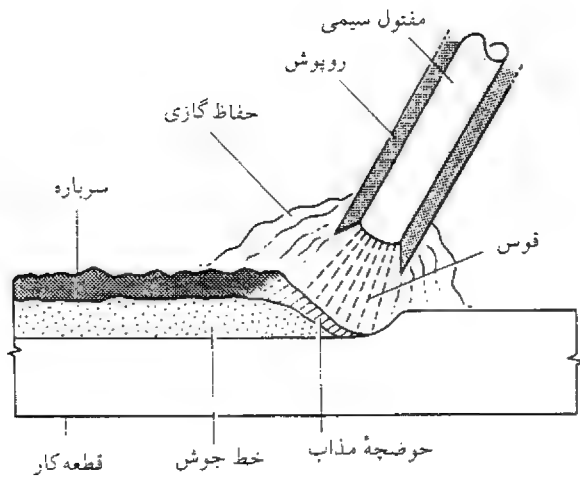
شکل ۱۱-۱۱ ماسک جوشکاری.

الکترودهای جوشکاری

الکتروده مفتول فلزی لخت یا روپوش داری است که ترکیب فلزی آن شبیه ترکیب فلزاتی است که باید به هم جوش داده شوند. جریان برقی که از دستگاه جوش می آید از الکتروده عبور می کند و در انتهای آن قوس الکتریکی ایجاد کرده، الکتروده قطعه کار را ذوب می کند و حوضچه مذابی تشکیل می دهد که به صورت خط جوش منجمد می شود. الکترودها را برحسب نوع فلزی که باید جوشکاری شود دسته بندی می کنند. پنج دسته اصلی وجود دارد:



شکل ۱۱-۱۲ دستکش چرمی.



شکل ۱۱-۱۳ الکترود روپوش دار در حال مصرف.

۱. فولاد نرم؛
۲. چدن؛
۳. فولاد پرکربن؛
۴. فولاد مخصوص آلیاژی؛
۵. فلزات غیر آهنی.

الکترودها را می توان برحسب نوع دستگاه جوش مورد استفاده (دی سی یا ای سی) و برحسب روش جوشکاری نیز دسته بندی کرد:

۱. جوشکاری در وضعیت تخت؛
۲. جوشکاری افقی؛
۳. جوشکاری تخت و افقی؛
۴. جوشکاری عمودی.

هر دسته از الکترودها را می توان به صورت لخت یا روپوش دار تولید کرد. الکترود لخت روپوش ندارد یا پوشش جزئی دارد. جوشکاری با الکترود لخت دشوار است و جوش حاصل از آن شکننده و کم استحکام است. این نوع الکترود به میزان محدودی تولید و عرضه می شود. الکترود روپوش دار پوشش ضخیمی از مواد مختلف، مانند دیوکسید تیتانیم (TiO_2)، منگنز، فروسیلیسیم، پودر نیکل، مولیدن، پودر آهن، فلورید کلسیم، کربنات کلسیم و سیلیکات منیزیم - آلومینیم دارد. سیم مغزه الکترود حامل جریان جوشکاری است و فلز پرکن اضافی برای پرکردن درز را تأمین می کند. روپوش الکترود چند وظیفه دارد:

۱. به عنوان عامل تمیزکننده و اکسیدزدا (گدازآور) در حوضه مذاب عمل می کند.
۲. قوس را پایدار می سازد، ایجاد قوس را آسانتر می کند و ترشح را کاهش می دهد.
۳. روی خط جوش سرباره ای تشکیل می دهد که محافظ خط جوش است و آهنگ سرد شدن جوش را کاهش می دهد. بدین ترتیب شکل پذیری جوش افزایش می یابد.
۴. گازی خنثی تولید می کند که محافظ حوضه مذاب در برابر اکسیدها و نیتrideهاست.

۵. نفوذ جوش را افزایش می دهد.
۶. آهنگ ذوب شدن الکترود و فلز را افزایش می دهد و در نتیجه سرعت جوشکاری افزایش می یابد.

در شکل ۱۱-۱۳ یک الکترود روپوش دار در حال مصرف نشان داده شده است.

انتخاب الکترود

الکترود خوب قوس را پایدار می سازد، خط جوش را به سرعت ایجاد می کند، کمترین ترشح را سبب می شود، جوش حاصل از آن بیشترین استحکام را دارد و گیل آن به آسانی زده می شود. برای دستیابی به همه این خواص، باید برای هر کار الکترود مناسب را انتخاب کنید. در هنگام انتخاب الکترود باید عاملهایی از قبیل ماهیت فلزی که باید جوش داده شود، قطر الکترود، نوع اتصال، وضعیت جوشکاری و نوع جریان برق مورد استفاده را در نظر بگیرید.

سیم مغزه الکترود باید با قطعه کار هم جنس باشد. همیشه از قطورترین الکترود ممکن استفاده کنید؛ در نتیجه سرعت جوشکاری افزایش می یابد و جریان بیشتری از الکترود می گذرد. قطر الکترود نباید از ضخامت فلزی که جوشکاری می شود بیشتر باشد. بهتر است الکترودی انتخاب کنید که قطر آن با ضخامت ورق برابر باشد.

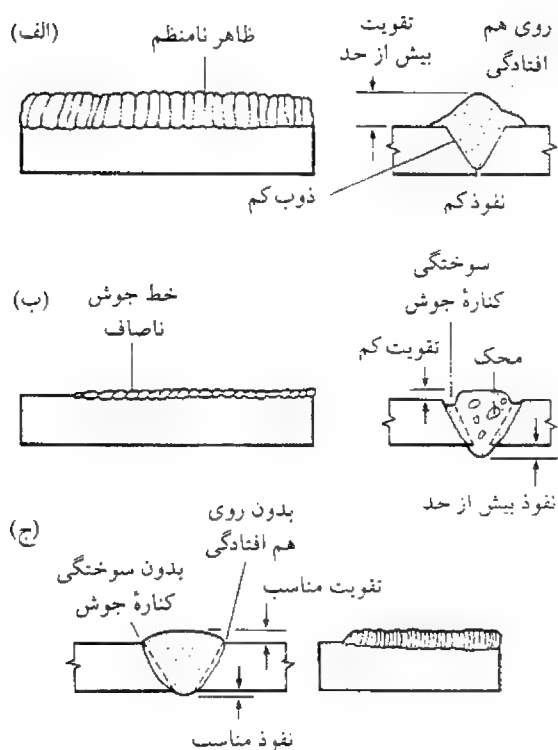
بر پارامترهای زیر اثر می‌گذارد:

۱. استحکام جوش؛
۲. نفوذ جوش؛
۳. زمان جوشکاری؛
۴. سوختگی کناره جوش؛
۵. روی هم افتادگی اضافی جوش.

تغییرات جریان

جریان جوشکاری را باید به درستی انتخاب کرد. اگر جریان جوشکاری بیش از اندازه کم یا زیاد باشد، اثر شدیدی بر خط جوش می‌گذارد.

هرگاه جریان جوشکاری خیلی کم باشد (شکل ۱۴-۱۱ الف) حوضچه جوش کوچک می‌شود، عمق نفوذ کاهش می‌یابد، فلز کمتر ذوب می‌شود و تقویت، روی هم افتادگی و نامنظمی ظاهری جوش بیشتر می‌شود. هرگاه جریان جوشکاری خیلی زیاد باشد (شکل ۱۴-۱۱ ب)،



شکل ۱۴-۱۱ جریان جوشکاری: الف) خیلی کم؛ ب) خیلی زیاد؛ ج) مناسب.

جدول ۱-۱۱ جریانهای مورد استفاده در جوشکاری

قطر الکترود (mm)	نمره ورق	جریان (آمپر)
۲٫۰۰	۱۴	۷۰-۵۵
۲٫۵۰	۱۲	۹۰-۴۰
۳٫۱۵	۱۰	۱۳۰-۸۰
۴٫۰۰	۸	۱۳۰-۱۲۰
۵٫۰۰	۶	۲۶۰-۱۵۰
۶٫۰۰	۴	۳۵۰-۱۹۰

درزهایی که لبه آنها کمتر پخ خورده است، مانند درز لب به لب گونیا، باید با الکترودی جوش داده شوند که عمق نفوذ بیشتری دارد. درزهایی که شکاف باز دارند باید با الکترودی جوشکاری شوند که بتواند شکاف را به سرعت پر کند. الکترودی را انتخاب کنید که برای وضعیت جوشکاری مورد نظر طراحی شده باشد. مشخصات فنی الکترود را واریسی کنید و طرحی را انتخاب کنید که با قطبیت مورد نظر تناسب داشته باشد. در جدول ۱-۱۱ گستره جریان جوشکاری توصیه شده برای الکترود با قطرهای مختلف ذکر شده است.

تمرین جوشکاری قوسی

در این بخش مراحل آماده‌سازی دستگاه جوش قوسی، ایجاد قوس، نشان دادن خط جوش، جوش دادن درزهای مختلف و جوشکاری در وضعیتهای مختلف، معرفی می‌شود.

متغیرهای مختلف و اثر آنها

برای درک بهتر فنون و راه کارهای جوشکاری قوسی و استفاده از آنها، باید با بعضی متغیرهایی که احتمال می‌رود بر کار شما تأثیر بگذارد و نحوه کنترل یا اجتناب از آنها آشنا شوید. این متغیرها عبارت‌اند از انتخاب الکترود، تنظیم جریان، طول قوس (ولتاژ)، سرعت جوشکاری و زاویه الکترود.

انتخاب الکترود

استفاده از الکترودی با نوع نامناسب یا اندازه نادرست، سبب تولید خط جوش نامطلوب می‌شود. الکترود نامناسب

خط جوش ناهموار می‌شود. هر گاه قوس خیلی بلند باشد (شکل ۱۱-۱۵ ب)، گرمای زیادی تولید می‌کند و الکتروود بیش از اندازه ذوب می‌شود، خط جوش پهن و تخت می‌شود و سطح ناهمواری پیدا می‌کند، فلز بیش از حد ترشح می‌شود، قوس ناپایدار می‌شود و عمق نفوذ کاهش می‌یابد.

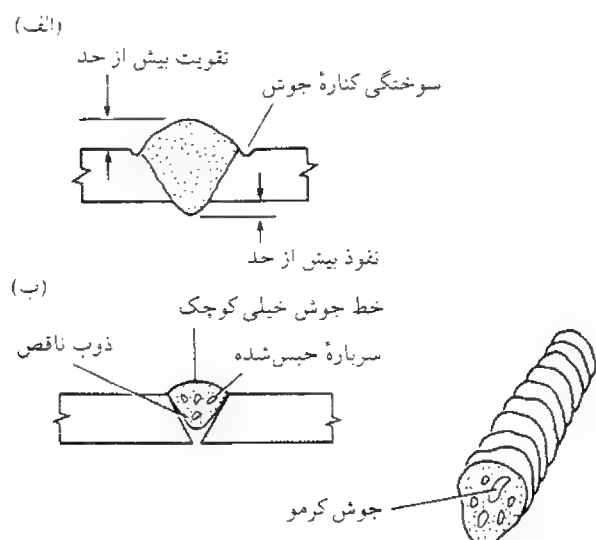
سرعت جوشکاری

منظور از سرعت جوشکاری، سرعت حرکت الکتروود از یک سر درز تا سر دیگر آن است. سرعت جوشکاری را باید به درستی تنظیم کرد تا خط جوشی با عمق نفوذ، ذوب و تقویت مناسب تولید شود.

اگر سرعت جوشکاری خیلی کم باشد (شکل ۱۱-۱۶ الف)، حوضچه جوش بیش از حد داغ می‌شود، خط جوش پهن می‌شود، تقویت افزایش می‌یابد، سطح خط جوش ناهموار می‌شود، عمق نفوذ افزایش می‌یابد و جوش می‌سوزد. هر گاه سرعت جوشکاری خیلی زیاد باشد (شکل ۱۱-۱۶ ب)، جوش به سرعت سرد می‌شود، حوضچه جوش خیلی کوچک می‌شود، سرباره و ناخالصیها در خط جوش به دام می‌افتند، از حوضچه جوش به خوبی محافظت نمی‌شود و فلز و الکتروود درست ذوب نمی‌شوند.

زاویه الکتروود

زاویه الکتروود با محور جوش، در حین جوشکاری، زاویه



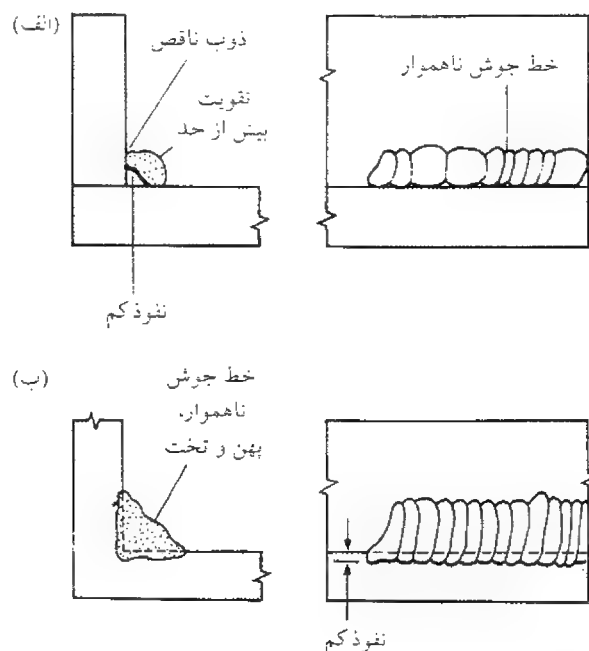
شکل ۱۱-۱۶ سرعت جوشکاری: الف) خیلی کم؛ ب) خیلی زیاد.

مصرف الکتروود افزایش می‌یابد، حوضچه جوش بزرگ می‌شود، ترشح فلز افزایش می‌یابد (که سبب ایجاد صدایی نایکخواخت می‌شود)، خط جوش ناهموار می‌شود، تعداد مکها و عمق نفوذ افزایش می‌یابد. هر گاه جریان جوشکاری مناسب باشد (شکل ۱۱-۱۴ ج)، حوضچه مذابی با اندازه کافی تولید می‌شود، قوس به آسانی ایجاد می‌شود، تقویت و نفوذ کافی است، از سوختگی کناره جوش و روی هم افتادگی اثری دیده نمی‌شود و خط جوش تمیز است.

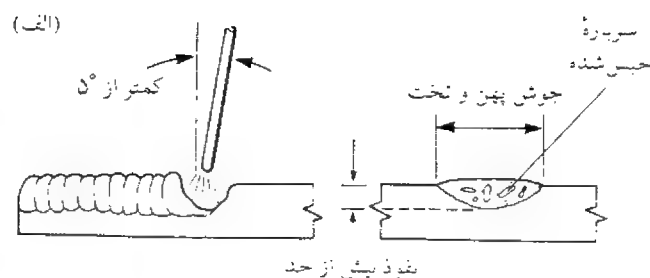
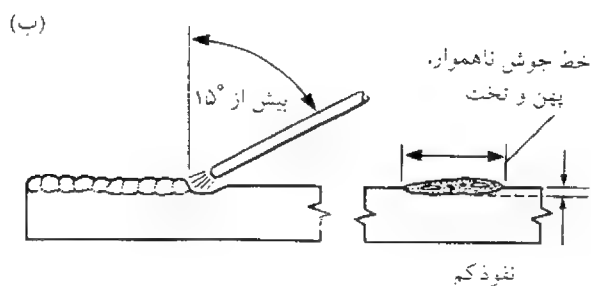
طول قوس

طول قوس برابر است با فاصله نوک الکتروود از سطح قطعه کار در حین جوشکاری. طول قوس بر ولتاژ جوشکاری تأثیر مستقیم دارد. طول قوس مناسب به نوع و اندازه الکتروود مورد استفاده بستگی دارد. در حالت ایدئال، طول قوس نباید از ۳mm بیشتر شود.

هر گاه قوس خیلی کوتاه باشد (شکل ۱۱-۱۵ الف) گرمای تولید شده کمتر از میزان مورد نیاز خواهد بود، فلز کافی ذوب نخواهد شد، حوضچه جوش بیش از حد کوچک می‌شود، خط جوش باریک خواهد بود، عمق نفوذ کاهش می‌یابد، صدای قوس کم می‌شود، تقویت افزایش می‌یابد و



شکل ۱۱-۱۵ طول قوس: الف) خیلی کوتاه؛ ب) خیلی بلند.



شکل ۱۱-۱۷ زاویه جوش: الف) خیلی کوچک؛ ب) خیلی بزرگ.

فلزی که می‌خواهید جوشکاری کنید، تنظیم کنید. اگر در مورد جریان لازم یقین ندارید، به پاکت الکتروود یا هر جدول مرجعی که در اختیار دارید رجوع کنید.

۷. قطبیت را طوری انتخاب کنید که با نوع الکتروود مصرفی تطبیق داشته باشد، به ویژه اگر از دستگاه جوش دی‌سی استفاده می‌کنید.

۸. لباس ایمنی را بپوشید.

اکنون برای شروع جوشکاری آماده هستید، اما اگر از کارکرد کلیدهای انتخابی روی دستگاه اطمینان ندارید، با شخص دیگری (مثلاً مربی خود) که با دستگاه جوش آشناست، مشورت کنید.

ایجاد و حفظ قوس الکتریکی

برای ایجاد قوس الکتریکی از دوروش می‌توان استفاده کرد: روش خراشی و روشی ضربه‌ای.

تمرین ۲: روش خراشی

شکل ۱۱-۱۸ را ببینید.

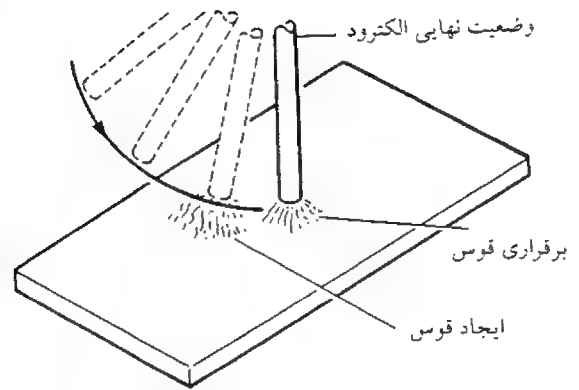
۱. انبر را محکم در دست بگیرید.
۲. الکتروود را در نقطه‌ای که باید جوشکاری آغاز شود پایین بیاورید تا به فاصله ۲۵mm از سطح قطعه کار برسد.
۳. صورت خود را با کلاه یا ماسک جوشکاری بپوشانید و الکتروود را چند سانتیمتر روی قطعه کار بکشید؛ درست مانند وقتی که می‌خواهید کبریت روشن کنید.
۴. وقتی نوک الکتروود با سطح قطعه کار تماس پیدا می‌کند،

جوش یا زاویه حرکت نام دارد. هر جوشکاری زاویه جوش خاص خود دارد، اما بهترین نتیجه هنگامی حاصل می‌شود که زاویه جوش بین ۵° و ۱۵° باشد.

اگر زاویه جوش خیلی کوچک باشد - یعنی از ۵° کمتر باشد (شکل ۱۱-۱۷ الف) - گرمای بیش از حد در حوضچه جوش متمرکز می‌شود، سرباره در خط جوش به دام می‌افتد، عمق نفوذ افزایش می‌یابد، حوضچه جوش از کنترل خارج می‌شود و خط جوش پهن، تخت و ناصاف ایجاد می‌شود. اگر زاویه جوش خیلی بزرگ باشد - یعنی از ۱۵° بیشتر باشد (شکل ۱۱-۱۷ ب) - حوضچه جوش باریک و غیر قابل کنترل می‌شود، خط جوش پهن، تخت و ناصاف می‌شود، عمق نفوذ کاهش می‌یابد، سرباره در خط جوش به دام می‌افتد، از قوس و حوضچه جوش حفاظت نمی‌شود و گرمای بیش از اندازه‌ای به خط جوش می‌رسد.

تمرین ۱: آماده کردن تجهیزات برای جوشکاری قوسی

۱. دستگاه جوش باید آماده و در وضعیت ایمن باشد.
۲. همه ابزارها و تجهیزات ایمنی لازم، مانند کلاه جوشکاری با شیشه‌های مناسب، پیشبند و دستکش جرمی، چکش گیرزنی و برس سیمی را تهیه کنید.
۳. گیره اتصال زمین را به قطعه کار، یا اگر رویه میز کار فلزی است، به میز کار متصل کنید.
۴. سر تخت الکتروود را با انبر بگیرید. مطمئن شوید که انبر الکتروود را سفت گرفته است.
۵. دستگاه جوش را روشن کنید.
۶. جریان را متناسب با قطر الکتروود انتخاب شده یا ضخامت



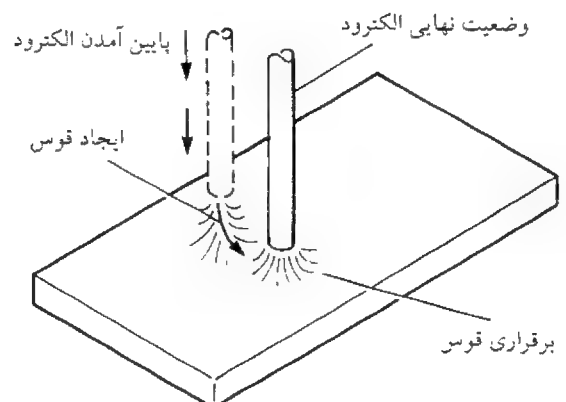
شکل ۱۱-۱۸ روش خراشی برای ایجاد قوس.

قوس الکتریکی ایجاد می شود. الکترود را به تدریج بالا بکشید تا فاصله آن از سطح قطعه کار به ۹ تا ۱۲ میلیمتر برسد. این فاصله مناسب برای پیشگرم کردن قطعه کار است. در حدود یک دقیقه این فاصله را حفظ کنید تا قطعه کار پیشگرم شود. با پیشگرم کردن قطعه می توان از نفوذ مناسب در آغاز جوشکاری مطمئن شد.

۶. فاصله الکترود تا سطح قطعه کار را کاهش دهید تا طول قوس به اندازه مناسب، یعنی ۲ تا ۳ میلیمتر برسد و الکترود را در طول درز جابه جا کنید تا خط جوش ایجاد شود؛ سپس الکترود را عقب بکشید تا قوس قطع شود. ۷. این تمرین را تکرار کنید تا بر این عمل مسلط شوید.

تمرین ۳: روش ضربه ای

اساس این روش ایجاد تماس بین قطعه کار و نوک الکترود، درست در نقطه آغاز جوشکاری است (شکل ۱۱-۱۹). این



شکل ۱۱-۱۹ روش ضربه ای برای ایجاد قوس.



شکل ۱۱-۲۰ ایجاد قوس الکتریکی.

روش شامل مراحل زیر است:

۱. انبر جوشکاری را محکم در دست بگیرید.
۲. آن را روی نقطه آغاز جوشکاری پایین بیاورید تا نوک الکترود به فاصله ۲۵ میلیمتری سطح قطعه کار برسد.
۳. صورت و چشم خود را با کلاه یا ماسک جوشکاری پوشانید.
۴. با نوک الکترود مستقیماً به سطح قطعه کار ضربه بزنید.
۵. الکترود را بالا بکشید تا قوس ایجاد شود؛ فاصله مناسب برای پیشگرم کردن در حدود ۹ تا ۱۲ میلیمتر است. توجه داشته باشید که اگر الکترود را بیش از اندازه بالا بکشید قوس قطع می شود.

این تمرین را تکرار کنید تا بر این عمل تسلط پیدا کنید (شکل

۱۱-۲۰).

۵. این تمرین را روی خطوط دیگر هم انجام دهید. برای جابه‌جا کردن الکتروده از الگوهای مختلف حرکتی استفاده کنید.

چاله جوش - یعنی تورفتگی یا شکاف باقیمانده در انتهای خط جوش - باید پر شود؛ در غیر این صورت جوش ضعیف می‌شود و بر اثر خستگی می‌شکند.

خط جوشهایی را که نشانده‌اید واریسی و چاله‌های جوش را پر کنید.

تمرین ۵: اتصال لب به لب گونیا در وضعیت تخت

شکل ۱۱-۲۲ را ببینید.

مواد لازم:

دو قطعه ورق از فولاد نرم، به ابعاد $۱۵۰\text{mm} \times ۵۰\text{mm} \times ۳\text{mm}$.

روش کار:

۱. دو قطعه ورق را لب به لب، به فاصله ۳mm از یکدیگر، مطابق شکل روی میز کار قرار دهید.
۲. الکتروده فولاد نرم یا همه‌منظوره، با قطر مناسب یعنی ۳mm ، انتخاب کنید.
۳. دستگاه جوش را روی جریان مناسب تنظیم کنید.
۴. دو سر درز را خال جوش بزنید.
۵. گیل خال جوشها را بزنید، آنها را تمیز و از لحاظ ذوب واریسی کنید.
۶. جوشکاری را از یک سر درز آغاز کنید و به طرف سر دیگر بروید.

از ذوب یکنواخت و کافی و نفوذ مناسب ریشه جوش مطمئن شوید.

۷. جوشکاری را تا انتهای درز ادامه دهید، زاویه جوشکاری (حرکت) را ۵° تا ۱۵° و زاویه کار را ۹۰° بگیرید.

تمرین ۴: نشان دادن خط جوش

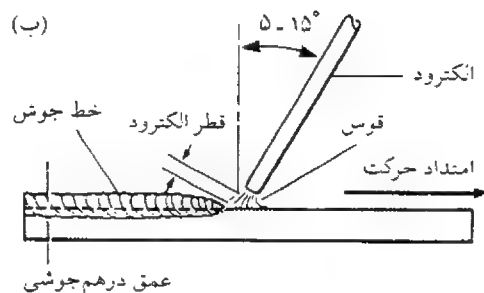
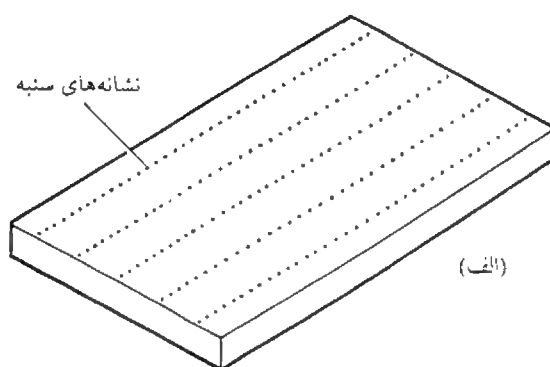
شکل ۱۱-۲۱ را ببینید.

مواد لازم:

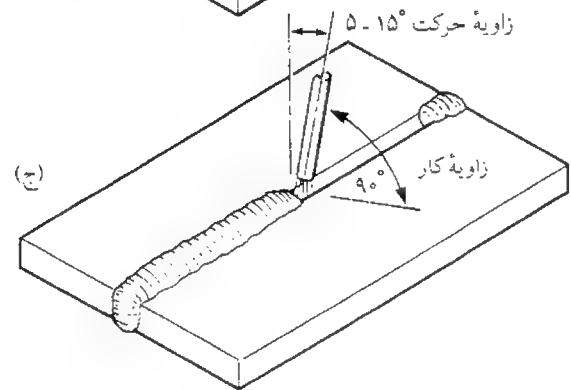
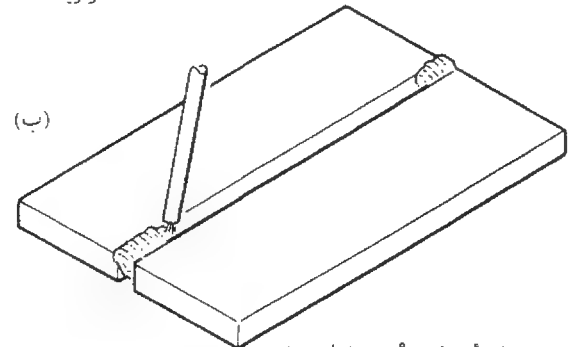
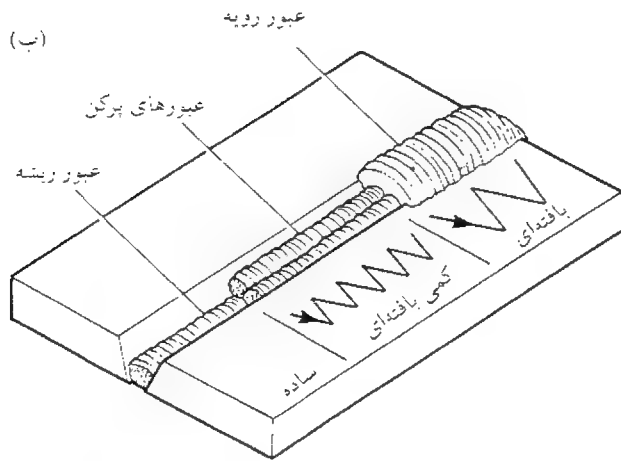
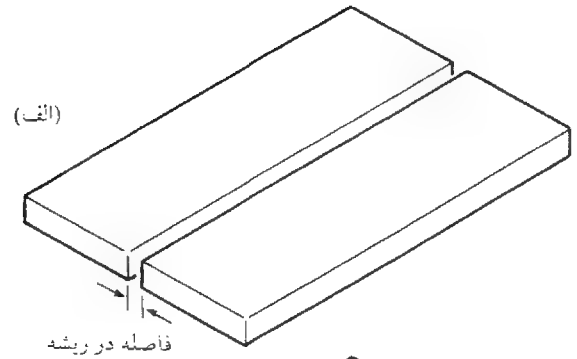
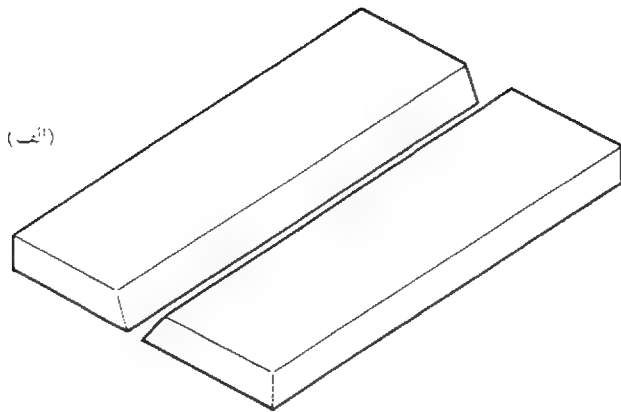
ورق فولاد نرم، به ابعاد $۱۵۰\text{mm} \times ۱۰۰\text{mm} \times ۳\text{mm}$.

روش کار:

۱. روی ورق خطوط موازی، به فاصله ۱۲mm از هم رسم کنید. این خطوط را با سنبه نشانه‌گذاری کنید.
۲. در سریکی از خطوط، قوس الکتریکی ایجاد کنید و قوس را برقرار نگه دارید تا قطعه کار پیشگرم شود.
۳. الکتروده را به آهستگی روی خط جابه‌جا کنید تا به سر دیگر آن برسید. زاویه الکتروده را ۹۰° و زاویه کار را در حدود ۱۵° بگیرید.
۴. همچنان که الکتروده ذوب و کوتاه می‌شود آن را پایین ببرید تا طول قوس ثابت بماند. پهنای خط جوش را در سراسر طول آن ثابت نگه دارید.



شکل ۱۱-۲۱ نشان دادن خط جوش: (الف) آماده‌سازی ورق؛ (ب) خط جوش.



شکل ۱۱-۲۲ اتصال لب به لب گونیا در وضعیت تخت: (الف) نحوه قرار گرفتن ورقها؛ (ب) خال جوش؛ (ج) زوایای صحیح کار و حرکت.

۸. گِل جوش را بزنید؛ جوش را تمیز کنید و مراقب باشید که چاله نداشته باشد.

۹. در صورت وجود چاله، آن را پر کنید.

شکل ۱۱-۲۳ اتصال جناغی در وضعیت تخت: (الف) استقرار ورقها؛ (ب) نشان دادن چند لایه جوش؛ (ج) عبور ریشه؛ (د) عبورهای پرکن؛ (ه) عبور رویه.

۲. ورقها را مطابق شکل ۱۱-۲۳ (الف) کنار هم قرار دهید.

۳. ریشه اتصال را در هر دو سر، خال جوش بزنید.

۴. برای عبور ریشه، از الکتروده همه منظوره به قطر ۴.۵mm استفاده کنید.

۵. قطبیت جریان را درست تنظیم کنید.

۶. پاس ریشه را از یک سر تا سر دیگر درز، جوش دهید.

تمرین ۶: اتصال جناغی در وضعیت افقی

مواد لازم:

دو قطعه ورق فولاد نرم، به ابعاد ۱۵۰mm × ۵۰mm × ۹mm.

روش کار:

۱. لبه هر دو ورق را، با استفاده از سنگ یا سوهان، پخ بزنید.

۱. یک درز جناغی یک طرفه را، روی ورقهایی با همان ضخامت تمرین ۶، جوش دهید.

۲. یک درز جناغی دوطرفه روی ورق فولاد نرم به ضخامت ۱۸mm برای جوشکاری آماده کنید و آن را جوش بدهید.

تمرین ۷: اتصال لب بر لب در وضعیت تخت

با استفاده از تجربه‌ای که در تمرینهای قبل کسب کرده‌اید، یک درز لب بر لب، مطابق شکل ۱۱-۲۴ جوش دهید. از ورق فولاد نرم، به ضخامت ۹mm، استفاده کنید.

به زوایای کار در هر مرحله توجه و از آنها استفاده کنید. زاویه حرکت را ۵ تا ۱۵° بگیرید. در هر مرحله، مطمئن شوید که ذوب مناسب، نفوذ به اندازه و آمیزش مطلوب انجام شده و تقویت کافی است.

تمرین ۸: اتصال سپری و گوشه‌ای در وضعیت تخت

از ورق فولاد با ضخامت یادشده استفاده کنید و عملیات نشان داده شده در شکل‌های ۱۱-۲۵ و ۱۱-۲۶ را انجام دهید. زاویه کار را مطابق شکل ۱۱-۲۵ و زاویه حرکت را ۵° تا ۱۵° را بگیرید. این عملیات را تکرار کنید تا در آنها مهارت بیابید.

جوشکاری در وضعیتهای نامناسب

جوشکاری در هر وضعیتی غیر از وضعیت تخت، جوشکاری در وضعیت نامناسب است. سه نوع اصلی جوشکاری در وضعیت نامناسب عبارت‌اند از افقی، عمودی و بالاسری.

به طور کلی جوشکاری در وضعیت نامناسب از جوشکاری در وضعیت تخت دشوارتر است و به زمان و

● در این عبور اول نیازی به پس و پیش بردن الکتروود نیست.

● زاویه کار را ۹۰° و زاویه حرکت را بین ۵° و ۱۵° بگیرید.

● ذوب و نفوذ باید کافی باشد.

● پیش از قطع قوس، همه چاله‌ها را پر کنید.

۷. گِل جوش را بزنید و خط جوش را با برس سیمی تمیز کنید.

۸. الکتروود را عوض کنید و جریان برق را برای استفاده از الکتروود ۳ میلیمتری تنظیم کنید.

۹. نخستین پاس پرکن را در یک طرف درز جوش دهید؛ این اولین لایه جوش است که روی خط جوش قبلی نشانداده می‌شود.

۱۰. دومین پاس پرکن را در کنار پاس اول و در طرف دیگر درز، جوش دهید (شکل ۱۱-۲۳ ب).

در عبور دوم الکتروود را کمی پیش و پس ببرید تا فلز جوش با فلز جوش عبور اول مخلوط شود. مراقب باشید که این خط جوشها به اندازه کافی در جوش ریشه نفوذ کنند.

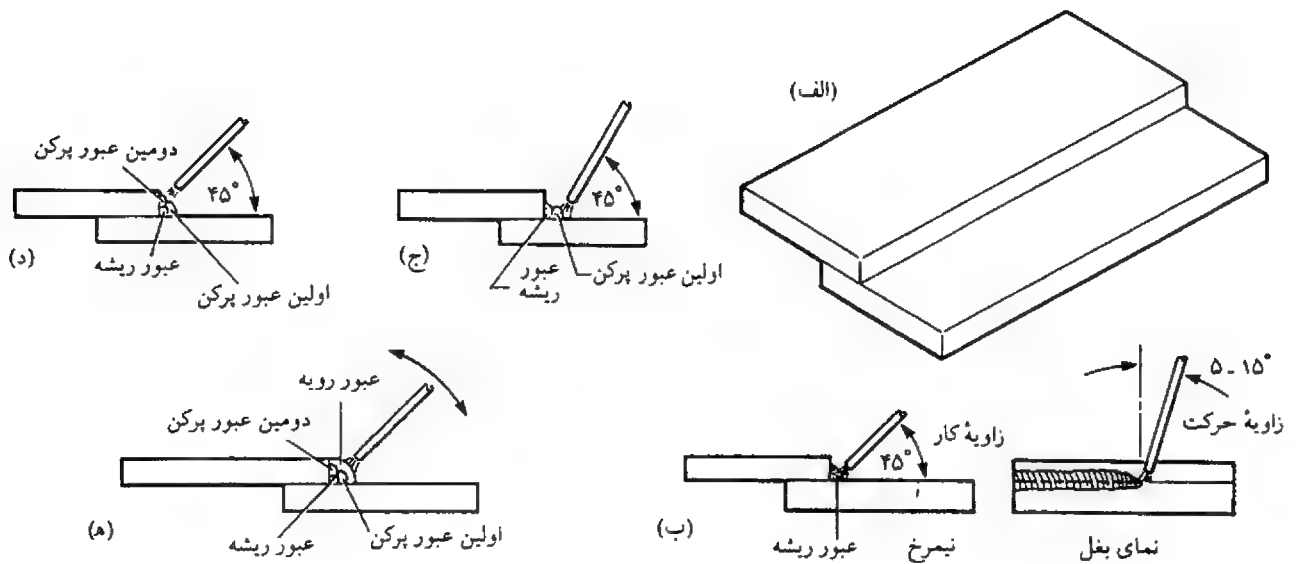
۱۱. گِل جوش را بزنید و هر دو خط جوش را تمیز کنید.

۱۲. پاس رویه را جوش دهید؛ این لایه، سطح فوقانی خط جوش را تشکیل می‌دهد.

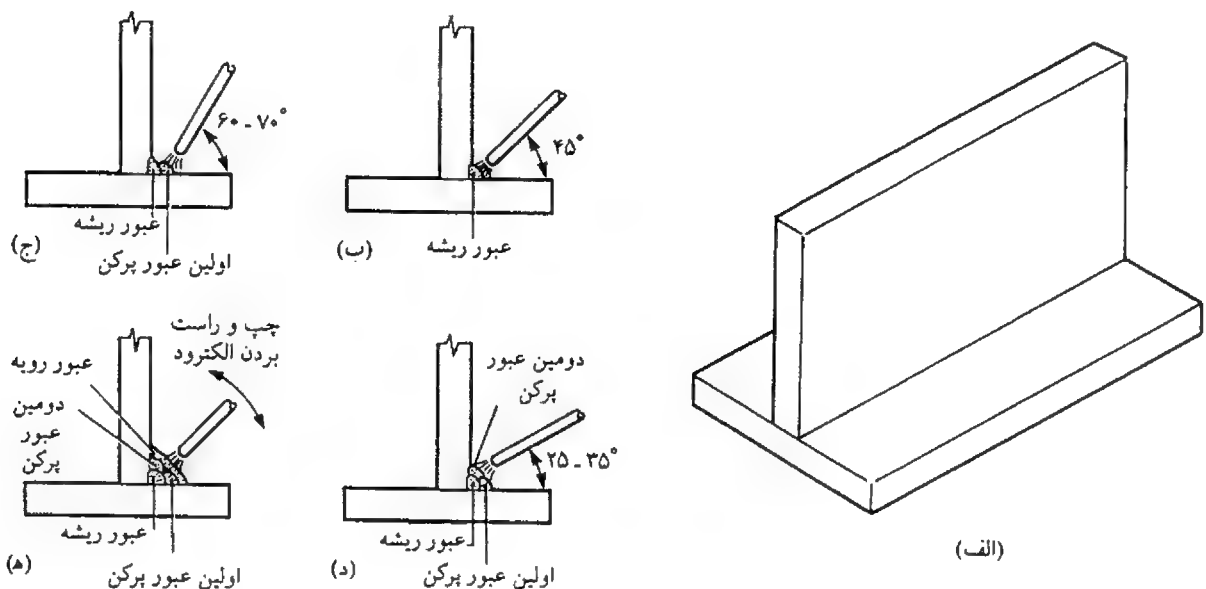
در عبور رویه الکتروود را پیش و پس ببرید و در انتهای هر حرکت اندکی مکث کنید و زاویه کار را چنان تنظیم کنید که روی هم افتادگی یا سوختگی کناره جوش رخ ندهد.

۱۳. گِل جوش را بزنید، آن را با برس تمیز کنید و خط جوش کامل شده را از لحاظ ذوب، نفوذ و تقویت کافی بررسی کنید.

برای تکمیل کردن مهارت خود در اجرای این عملیات، تمرینهای زیر را انجام دهید:



شکل ۱۱-۲۴ اتصال لب‌برلب در وضعیت تحت: الف) چیدن ورقها؛ ب) عبور ریشه؛ ج) اولین عبور پرکن؛ د) دومین عبور پرکن؛ ه) عبور رویه.



شکل ۱۱-۲۵ اتصال سپری در وضعیت تحت: الف) چیدن ورقها؛ ب) عبور ریشه؛ ج) نخستین عبور پرکن؛ د) دومین عبور پرکن؛ ه) عبور رویه.

استفاده کنید. الکتروود باریک، حوضچه جوش کوچکتري ایجاد می‌کند. استفاده از الکتروودهای ۲ میلیمتری، ۳ میلیمتری و ۴ میلیمتری، برای جوشکاری در وضعیتهای نامناسب، توصیه می‌شود.

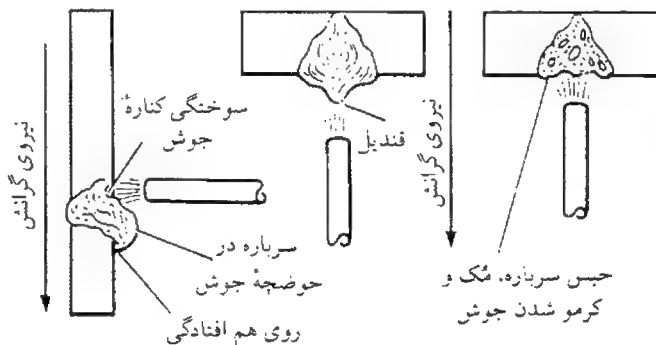
بعضی از الکتروودها را برای جوشکاری در وضعیت خاصی طراحی می‌کنند. همواره الکتروود مناسب برای کار خود را انتخاب کنید.

مهارت بیشتری نیاز دارد. مشکل اصلی کنترل حوضچه جوش است. گراننش سبب می‌شود که حوضچه جوش و سرپاره از قوس جلو بزنند و حوضچه جوش شکم بدهد. در نتیجه این اتفاق، عیوبی از قبیل حبس سرپاره در جوش، تخلخل و روی هم افتادگی ایجاد می‌شود (شکل ۱۱-۲۷). برای غلبه بر این مشکل، باید حوضچه جوش کوچکی ایجاد کنید که بتوان آن را به آسانی کنترل کرد. از الکتروود باریکتر و قوس کوتاهتر و شدت جریان کمتر



شکل ۱۱-۲۶ جوشکاری گوشه در وضعیت تخت: الف) چیدن ورقها؛ ب) عبور ریشه؛ ج) اولین عبور پرکن؛ د) دومین عبور پرکن؛ ه) عبور رویه.

الکتروود را آهسته بالا بیاورید و آن را در حدود ۳ میلیمتر از حوضچه جوش جلوتر ببرید. قوس را قطع نکنید، اما صبر کنید تا حوضچه جوش خمیری شود و سپس به عقب برگردید، چاله جوش را دوباره ذوب کنید و جوشکاری را ادامه دهید. بدین ترتیب حوضچه جوش کوچک می ماند و سیالیت آن کاهش می یابد.



شکل ۱۱-۲۷ عیوب متداول در جوشکاری در وضعیت نامناسب.

جوشکاری قوسی در وضعیت افقی

وقتی جوشکاری روی سطح میز کار انجام نشود و محور جوش با سطح میز موازی باشد، گویند جوشکاری افقی انجام می‌شود. تمرینهای زیر برای کسب مهارت در این وضعیت جوشکاری تهیه شده‌اند. به زوایای کار و حرکت توجه کنید.

اگر قوس کوتاهتر باشد نیروی بیشتری برای جلوگیری از شکم دادن حوضچه جوش وارد می‌کند و فلز مذاب را به داخل حوضچه می‌راند. وقتی شدت جریان کمتر باشد، گرمای کمتری تولید می‌شود و بنابراین حوضچه جوش کوچکتر می‌شود.

برای جوشهای شیاری، زاویه کار را ۵ تا ۱۰° زیر خط جوش بگیرید. وقتی با زاویه کاری در این گستره کار کنید و قوس را نیز کوتاهتر بگیرید، فلز مذاب به داخل حوضچه مذاب رانده می‌شود. زاویه حرکت را ۱۵ تا ۲۰° در امتداد خط جوش بگیرید. بدین ترتیب حوضچه جوش زیر قوس می‌ماند و سرباره از آن بیرون نمی‌آید و جلو نمی‌زند.

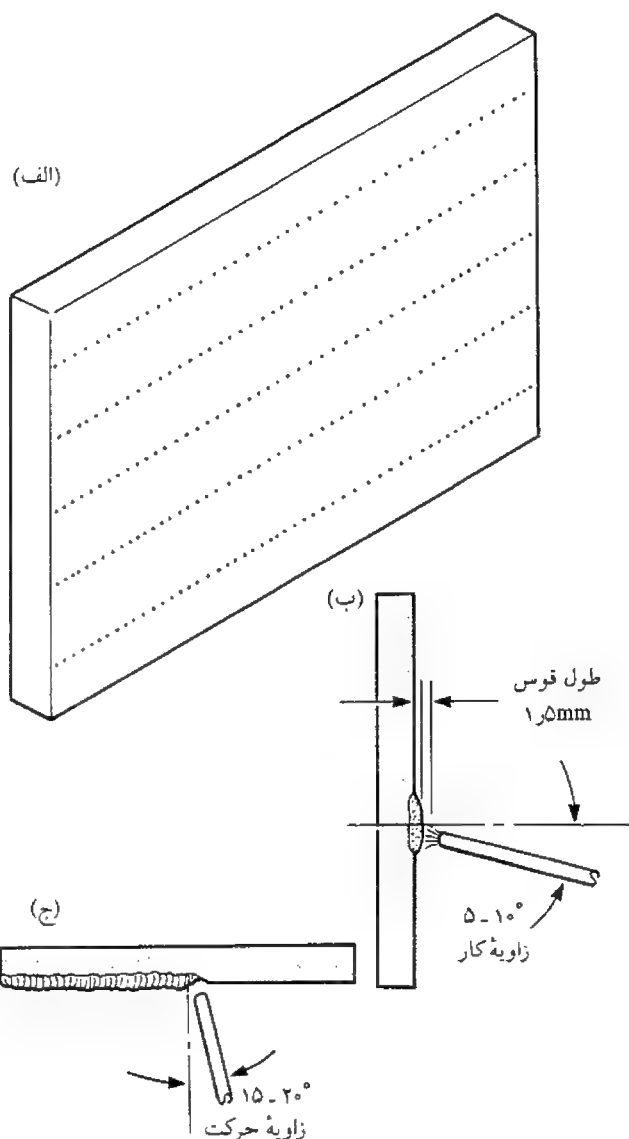
تمرین ۹: نشان دادن خط جوش در وضعیت افقی

مواد لازم:

ورق فولاد نرم، به ابعاد $4150\text{ mm} \times 1000\text{ mm} \times 3\text{ mm}$ کارگیر یا گیره جوشکاری.

روش کار:

۱. الکترودی به قطر ۳mm انتخاب کنید و جریان را روی مقدار مناسب تنظیم کنید.
۲. روی ورق، خطوطی به فاصله ۱۲mm از هم بکشید و آنها را با سنبه نشان مشخص کنید.
۳. ورق را، مطابق شکل ۱۱-۲۸، به صورت عمودی و در امتداد طولی روی میز کار قرار دهید.
۴. قوس را ایجاد کنید و خط جوش را روی خط ترسیم شده بنشانید. زاویه کار را بین 5° و 10° ، و زاویه حرکت را بین 15° و 20° بگیرید.



شکل ۱۱-۲۸ نشان دادن خط جوش در وضعیت افقی: (الف) آماده کردن ورق؛ (ب) زاویه کار و طول قوس؛ (ج) زاویه حرکت.

۵. خط جوش دیگری روی خط مجاور بنشانید؛ این بار در جهتی مخالف با جهت خط جوش اولی حرکت کنید.
۶. این فرایند را روی همه خطوط ترسیم شده تکرار کنید. هر بار جوشکاری را از سر مقابل خط شروع کنید.
۷. گِل جوش را بزنید و آن را تمیز کنید. همه چاله‌ها را پر کنید.

با نشان دادن خط جوشهای پرکن، همه جوشهای قبلی را به هم پیامیزید. مراقب باشید که ذوب به خوبی انجام شود.

تمرین ۱۰: جوشکاری اتصال شیاری در وضعیت افقی

مواد لازم:

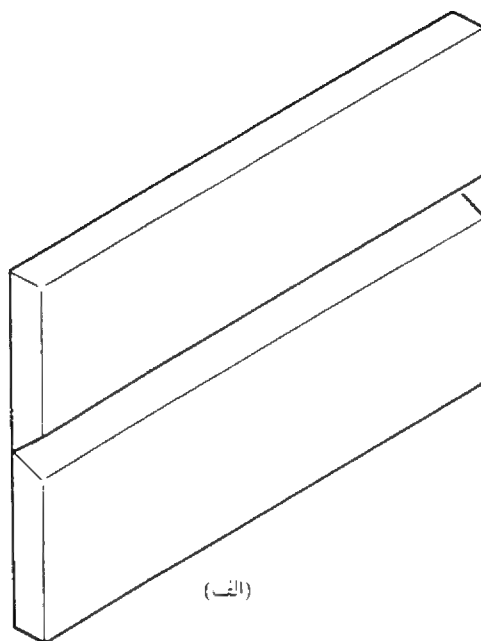
- دو قطعه ورق فولاد نرم، به ابعاد $150\text{mm} \times 50\text{mm} \times 3\text{mm}$ ؛
 یک لبه از هر ورق را پخ 30° بزنید.
 یک قطعه تسمه از فولاد نرم (پشتگیر)، به ابعاد $150\text{mm} \times 25\text{mm} \times 3\text{mm}$.
 کارگیر جوشکاری یا ۲ عدد گیره جوشکاری.

روش کار:

۱. دو قطعه ورق را روی تسمه پشتگیر قرار دهید و آنها را با گیره به هم ببندید (شکل ۱۱-۲۹).
۲. درز را در وضعیت افقی مستقر کنید.
۳. خال جوش بزنید و سپس عبور ریشه را جوش بدهید. از نفوذ و ذوب فلز جوش مطمئن شوید. زاویه کار را بین 5° و 10° ، و زاویه حرکت را بین 15° و 20° بگیرید.
۴. گِل این عبور را بزنید و آن را با برس تمیز کنید.
۵. نخستین عبور پرکن را روی ریشه جوش دهید. با چپ و راست بردن الکتروود، ذوب و آمیزش کافی را تضمین کنید.
۶. گِل جوش را بزنید و آن را با برس تمیز کنید.
۷. دومین عبور پرکن را جوش دهید.
۸. گِل جوش را بزنید، آن را با برس تمیز کنید و در هم آمیختن جوشهای مختلف را واریسی کنید.

تمرین ۱۱: جوشکاری اتصال لب بر لب در وضعیت افقی

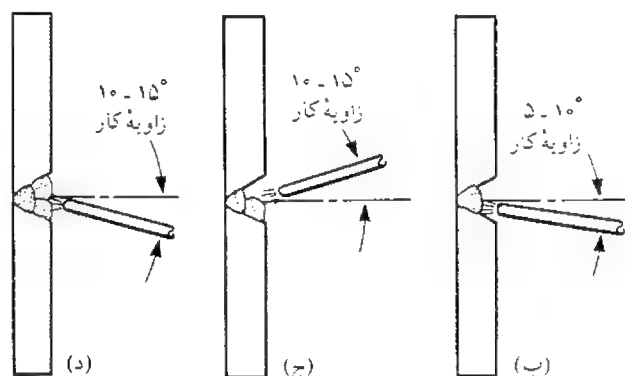
با استفاده از تجربه و مهارتی که در جوشکاری اتصالهای شیار ی و پخ زده کسب کرده اید، اتصال لب بر لب را در وضعیت افقی آماده کنید (شکل ۱۱-۳۰). از ورقهایی با مشخصات ذکر شده در تمرین ۱۰ استفاده کنید. زاویه حرکت را 15° تا 20° بگیرید. جوشکاری را می توانید با زاویه کار 45° آغاز کنید، اما در هنگام جوش دادن عبورهای پرکن، به آن را تغییر دهید تا جوشها با هم پیامیزند و از سوختگی کناره جوش در ورق بالایی جلوگیری شود. مراقب باشید که ذوب، نفوذ و تقویت کافی باشد.



تمرین ۱۲: جوشکاری اتصال سپری در وضعیت افقی

شکل ۱۱-۳۱ را ببینید. روش کار به ترتیب زیر است:

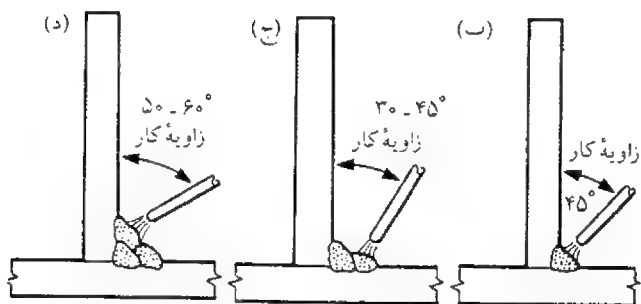
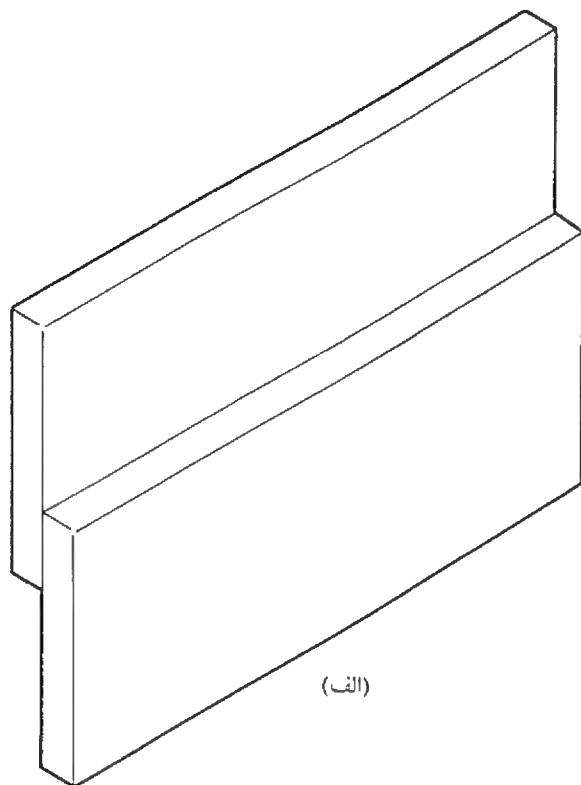
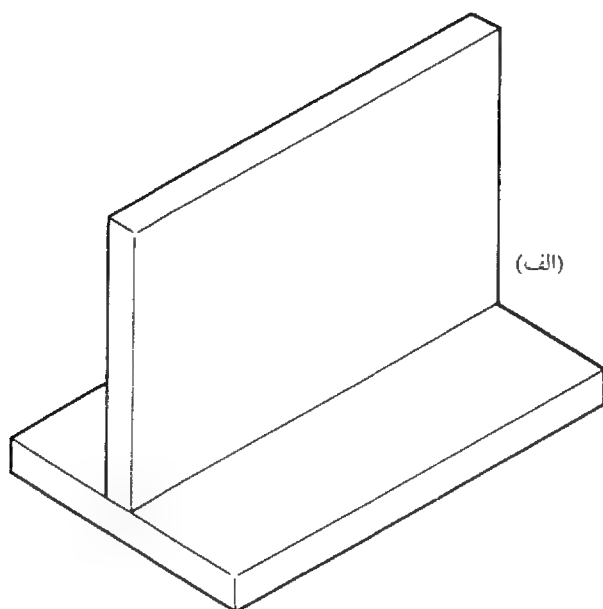
۱. از ورقهایی با مشخصات ذکر شده در تمرین ۱۰ استفاده کنید.
۲. برای عبور ریشه، الکتروود مناسب انتخاب کنید. زاویه کار را 45° و زاویه حرکت را 15° تا 20° بگیرید. الکتروود را به چپ و راست حرکت دهید.
۳. گِل عبور ریشه را بزنید و آن را با برس تمیز کنید.
۴. نخستین عبور پرکن را زیر عبور ریشه جوش دهید. زاویه کار را 35° تا 45° بگیرید. الکتروود را چپ و راست ببرید تا فلز جوش با عبور ریشه و ورق پایینی به خوبی آمیخته شود.
۵. گِل جوش را بزنید و عبور اول را با برس تمیز کنید.
۶. عبور دوم را بالای عبور ریشه و اولین عبور پرکن جوش دهید. زاویه کار را به 50° تا 60° افزایش دهید. الکتروود را چپ و راست ببرید تا ذوب و آمیزش به اندازه کافی انجام شود. مراقب باشید که تقویت کافی باشد.
۷. گِل جوش را بزنید، خط جوش نهایی را با برس تمیز کنید؛



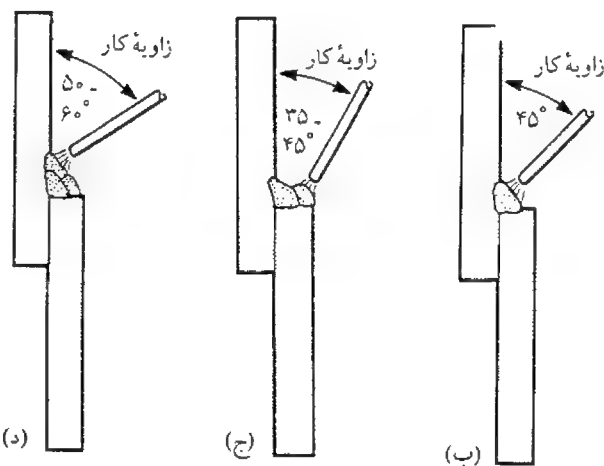
شکل ۱۱-۲۹ اتصال شیار ی در وضعیت افقی: (الف) آماده کردن ورق؛ (ب) عبور ریشه؛ (ج) اولین عبور پرکن؛ (د) دومین عبور پرکن.

این عملیات را به دفعات تکرار کنید تا در این فرایند مهارت کافی به دست آورید.

- برای آمیزش عبور اول، در صورت ضرورت، زاویه کار را تغییر دهید.
- برای اطمینان از ذوب، الکتروود را چپ و راست ببرید.
- اگر تقویت جوش کافی نیست، سومین عبور پرکن را جوش دهید تا با عبورهای اول و دوم پیامیزد.



شکل ۱۱-۳۱ اتصال سپری در وضعیت افقی: (الف) آماده کردن ورقها؛ (ب) عبور ریشه؛ (ج) اولین عبور پرکن؛ (د) دومین عبور پرکن.



شکل ۱۱-۳۰ اتصال لب به لب در وضعیت افقی: (الف) آماده کردن ورقها؛ (ب) عبور ریشه؛ (ج) نخستین عبور پرکن؛ (د) دومین عبور پرکن.

مشاهده می کنید که جوشهای مختلف به خوبی در هم رفته اند.

این تمرین را تکرار کنید تا بر آن مسلط شوید.

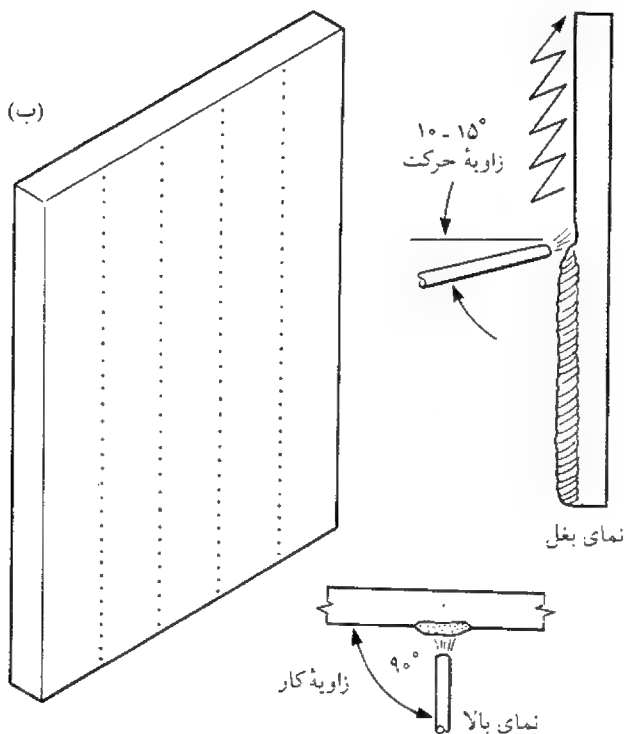
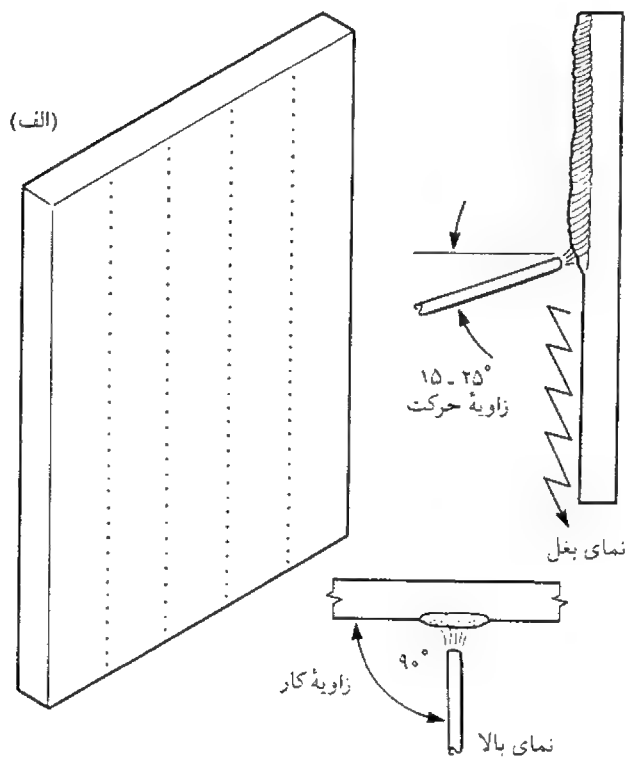
جوشکاری قوسی در وضعیت عمودی

در جوشکاری عمودی محور جوش تقریباً بر سطح میز کار عمود است. جوشکاری عمودی را می توان به دو روش

انجام داد: از بالا به پایین یا سربالین، و از پایین به بالا یا سربالا. زاویه کار، زاویه حرکت و زاویه الکتروود، در این دو روش، تفاوت مختصری دارد.

جوشکاری سربالین (شکل ۱۱-۳۲ الف) معمولاً برای ورقهای نازکتر، با ضخامتی کمتر از ۶mm مناسب است. در این روش حوضچه جوش تمایل به حرکت در امتداد جوشکاری دارد. سرعت جوشکاری باید کمی بیشتر باشد تا الکتروود بتواند جلوتر از سرباره حرکت کند. به علاوه اگر سرعت حرکت الکتروود خیلی کم باشد، جوش می سوزد. زاویه حرکت نباید از ۲۵° بیشتر باشد، در غیر این صورت حوضچه جوش پخش می شود و به آسانی قابل کنترل نخواهد بود.

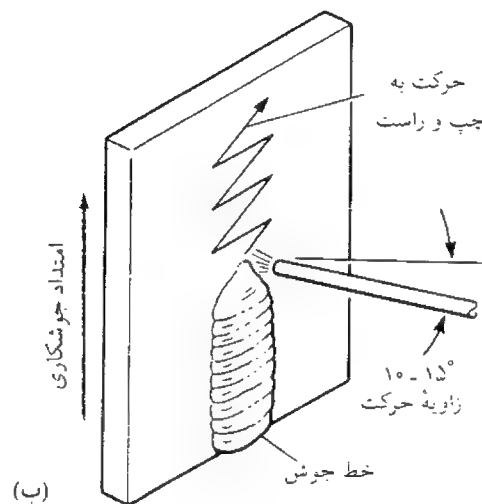
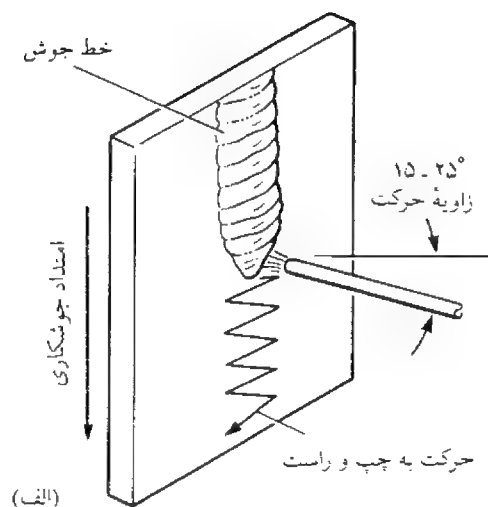
جوشکاری سربالا (شکل ۱۱-۳۲ ب) برای ورقهایی با



شکل ۱۱-۳۳ جوشکاری عمودی: (الف) روش سرپایین؛ (ب) روش سرپالا.

روش سرپایین:

۱. ورق را طوری روی میز مستقر کنید که خطوط ترسیم شده روی آن بر سطح میز کار عمود باشند.



شکل ۱۱-۳۲ جوشکاری عمودی: (الف) سرپایین؛ (ب) سرپالا.

ضخامت بیشتر از ۹mm مناسب است. در این روش عمق نفوذ کافی حاصل می شود.

تمرین ۱۳: نشان دادن خط جوش در وضعیت عمودی

مواد لازم:

ورق فولاد نرم، به ابعاد $۱۵۰\text{mm} \times ۱۰۰\text{mm} \times ۳\text{mm}$. روی این ورق به فاصله ۱۲۵mm ، خطوط موازی بکشید و آنها را با سنبه نشان مشخص کنید (شکل ۱۱-۳۳ الف).

۲. الکتروود مناسب انتخاب و جریان جوشکاری را، متناسب با آن، تنظیم کنید.

۳. قوس را برقرار کنید و نخستین خط را، از بالا به پایین، جوش بدهید. زاویه کار را 90° بگیرید. زاویه حرکت را 15° تا 25° بگیرید تا حوضچه جوش را به سمت بالا و به داخل خط جوش براند. الکتروود را چپ و راست نبرید و آن را مستقیماً حرکت دهید.

۴. در پایین ورق، چاله جوش را پر کنید.

۵. گِل جوش را بزنید، جوش را با برس تمیز کنید و واریسی کنید که فلز و جوش به خوبی ذوب شده و درهم رفته باشند.

۶. این فرایند را روی نیمی از خطوط موازی تکرار کنید.

فضای بین خطوط را، با نشان دادن خط جوشهای پرکن، پر کنید.

روش سربالا:

۱. این بخش از تمرین را روی خطوط باقیمانده انجام دهید.

۲. جوشکاری را از پایین ورق آغاز کنید و همه خطها را جوش دهید (شکل ۱۱-۳۳ ب).

۳. زاویه کار را 90° و زاویه حرکت را 10° تا 15° بگیرید؛ زاویه اخیر باید به سمت بالا و در امتداد جوشکاری باشد.

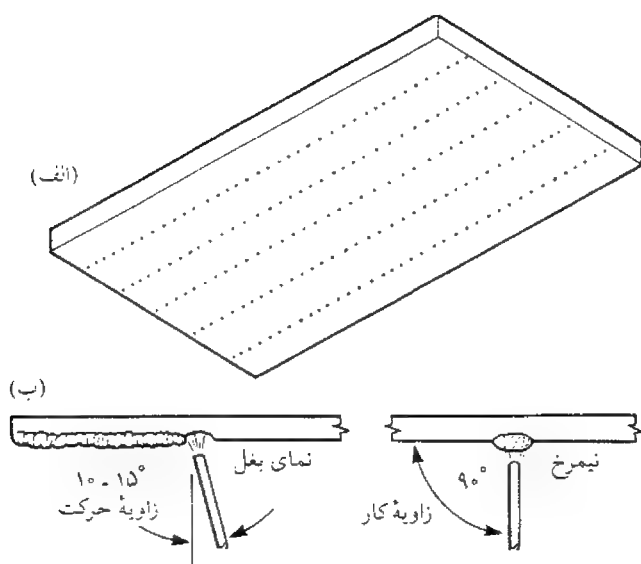
۴. طول قوس را کوتاه بگیرید و الکتروود را چپ و راست ببرید. به حوضچه جوش فرصت دهید کمی منجمد شود و تکیه گاهی برای حوضچه بعدی فراهم آورد.

۵. گِل جوش را بزنید و آن را تمیز کنید.

سپس عبورهای پرکن را انجام دهید تا با سایر خط جوشها بیامیزد. به عنوان تمرینی دیگر، عملیات زیر را انجام دهید: جوشکاری اتصال لب به لب در وضعیت عمودی؛ جوشکاری اتصال شیار در وضعیت عمودی؛ جوشکاری اتصال سپری در وضعیت عمودی.

جوشکاری بالاسری

در جوشکاری بالاسری، اتصال در سطح زیری قطعه کار است و بالای سر جوشکار قرار دارد. در این فرایند، کنترل حوضچه



شکل ۱۱-۳۳ جوشکاری در وضعیت بالاسری: الف) آماده سازی ورق؛ ب) زوایای کار و حرکت.

جوش و جلوگیری از شُرّه کردن آن دشوار است. حوضچه جوش حتماً باید کوچک باشد تا بتوان آن را کنترل کرد.

▲ در جوشکاری بالاسری، مراقب باشید که سر راه جرقه‌های در حال ریزش قرار نگیرید. پوشیدن لباس محافظ ضرورت دارد.

تمرین ۱۴: جوشکاری بالاسری

از تجربیاتی که تا اینجا کسب کرده‌اید، برای انجام عملیات جوشکاری بالاسری، روی بعضی از درزهایی که قبلاً تمرین کرده‌اید، استفاده کنید. در شکل ۱۱-۳۴ زوایای حرکت و کار برای نشان دادن یک خط جوش ساده نشان داده شده است.

■ مرور مطالب این فصل

- جوشکاری قوس الکتریکی فرایندی است که در آن قطعات را با استفاده از قوس الکتریکی ایجاد شده از طریق جهش جریان در شکاف هوای بین سر مفتول جوش، که الکتروود نامیده می‌شود، و سطح قطعه کار، به هم جوش می‌دهند.
- سه نوع دستگاه متداول برای جوشکاری قوس الکتریکی

تمرین و پرسش

۱. به کمک یک نمودار خطی، اساس کار جوشکاری قوس الکتریکی را شرح دهید.
۲. اصطلاحات زیر را، به کمک نمودار، شرح دهید:
 - الف) جریان مستقیم - قطبیت مستقیم؛
 - ب) جریان مستقیم - قطبیت معکوس؛
 - ج) جریان متناوب یا دی سی.
۳. اثر هر یک از جریانهای بالا را بر الکتروود و قطعه کار شرح دهید. پاسخ خود را روی شکل نشان دهید.
۴. انواع دستگاه جوش را نام ببرید و مزایا و معایب هر نوع را شرح دهید.
۵. منظور از ولتاژ اتصال کوتاه چیست؟ این ولتاژ بر دستگاه جوش چه اثری دارد؟
۶. چرا محافظت از چشم و پوست در حین جوشکاری ضرورت دارد؟ چگونه می توان از چشم و پوست محافظت کرد؟
۷. عیوب جوشکاری نام برده شده را با رسم شکل شرح دهید و علل احتمالی و آثار آنها را بیان کنید:
 - الف) ذوب ناقص (د) عدم نفوذ
 - ب) تخلخل (ه) نامیزانی
 - ج) سوختگی کناره جوش
۸. نحوه ایجاد و حفظ قوس الکتریکی برای پیشگرم کردن را به اختصار بیان کنید. پاسخ خود را روی شکل نشان دهید.
۹. با ترسیم مقطع جوش لب به لب جناغی یکطرفه، لایه های زیر را روی آن نشان دهید:
 - الف) عبور ریشه
 - ب) نخستین عبور پرکن
 - ج) دومین عبور پرکن
 - د) عبور رویه

- عبارت‌اند از موتورجوش، ترانس جوش و دستگاه جوشکاری ترانسفورماتور - یکسو کننده.
- منظور از قطبیت دستگاه جوش روش اتصال کابل الکتروود و کابل قطعه کار به ترمینالهای دستگاه جوش است.
 - سه نوع قطبیت متداول است: جریان مستقیم - قطبیت مستقیم؛ جریان مستقیم - قطبیت معکوس؛ جریان متناوب.
 - ولتاژ بین ترمینالهای دستگاه جوش را ولتاژ مدارباز می نامند، وقتی دستگاه روشن است، اما جوشکاری انجام نمی شود.
 - وقتی قوس الکتریکی برقرار است یا جوشکاری انجام می شود، ولتاژ مدار را ولتاژ مدار بسته می نامند.
 - وقتی دستگاه جوش روشن است و الکتروود با قطعه کار یا میز فلزی تماس پیدا می کند، با ولتاژ اتصال کوتاه سروکار داریم.
 - برای نشان دادن خط جوشی با کیفیت مطلوب باید الکتروودی از نوع و با اندازه مناسب انتخاب کرد.
 - انتخاب صحیح الکتروود نتایجی به شرح زیر دارد: پایداری قوس، ایجاد سریع خط جوش؛ حداقل ترشح فلز؛ حداکثر استحکام جوش؛ و گیل جوشی که به آسانی می شکند و جدا می شود.
 - متغیرهای زیر بر کیفیت خط جوش اثر می گذارند: جریان جوشکاری؛ فاصله بین نوک الکتروود و سطح قطعه کار؛ آهنگ حرکت الکتروود روی درز؛ و زاویه شیب الکتروود نسبت به سطح قطعه کار و با امتداد حرکت.
 - متداولترین معایب جوش عبارت‌اند از: به خوبی ذوب نشدن فلزات مبنا؛ بیرون زدگی بیش از اندازه خط جوش در قاعده درز؛ بیرون زدگی ناکافی خط جوش در قاعده درز؛ سوختن جوش؛ سوختگی کناره جوش در گوشه درزها؛ روی هم افتادگی کناره های درز با خط جوشی که در آن ذوب ناقص بوده است.

ریخته‌گری

مقدمه

شکل دادن به فلزات فنی باستانی است که تحولات فراوانی در آن رخ داده و به تدریج تکامل یافته است. بشر را از دورانی متمدن محسوب می‌کنند که توانست از طریق شکل دادن و ریخته‌گری فلزات، اسلحه و لوازم زندگی بسازد. این دوران از عصرهای مختلفی مانند عصر مفرغ و عصر آهن تشکیل می‌شود.

ریخته‌گری شاخه‌ای از فلزکاری است که در آن اشیای مختلف فلزی را از طریق ذوب کردن فلز، ریختن آن به درون حفره‌هایی که به همین منظور آماده کرده‌اند و قالب نام دارد، و فرصت دادن به فلز مذاب برای انجماد و درآمدن به شکل قالب، تولید می‌کنند. این فرایند را ریخته‌گری می‌نامند.

ریخته‌گری به دو روش انجام می‌شود: ریخته‌گری در ماسه و ریخته‌گری تحت فشار یا دایکاست. تفاوت اصلی بین این دو روش در نوع قالب مورد استفاده است. برای ریخته‌گری در ماسه، از قالب ماسه‌ای استفاده می‌شود؛ ریخته‌گری تحت فشار را در قالب فولادی انجام می‌دهند.

ریخته‌گری در ماسه

فرایند ریخته‌گری در ماسه از سه مرحله تشکیل می‌شود: ساختن مدل؛ آماده کردن قالب و ریختن فلز مذاب در قالب.

مدلسازی

مدل هر قطعه دقیقاً مانند قطعه‌ای است که می‌خواهیم آن را ریخته‌گری کنیم.

با استفاده از مدل، نقش یا حفره‌ای در درجه‌پر از ماسه ایجاد می‌کنند. مدل را معمولاً از چوب می‌سازند. مدلسازی نخستین گام در تولید قطعه به روش ریخته‌گری در ماسه است. بهتر است ابتدا نقشه‌ای از مدل تهیه کنید و سپس به کمک این نقشه و اندازه‌گیریهای لازم، مدل را بسازید.

مدل را، بسته به میزان پیچیدگی آن، می‌توان به صورت یک‌تکه، دو‌تکه یا چندتکه ساخت. مدل دو یا چندتکه را معمولاً مدل چندتکه می‌نامند. مدل را معمولاً کمی بزرگتر از اندازه قطعه مورد نظر می‌سازند تا انقباض ناشی از سرد شدن فلز مذاب جبران شود. در صورت امکان باید از تعبیه گوشه‌های تیز در مدل خودداری کرد، زیرا در هنگام بیرون کشیدن مدل از قالب، به قالب صدمه می‌زنند.

قالب‌گیری

قالب، حفره یا اثر مدل است که در ماسه باقی مانده است و فلز مذاب را به داخل آن می‌ریزند.

برای ساختن قالب به مواد و ابزارهای خاصی نیاز دارید.

ماسه قالب‌گیری

ماسه ماده‌ای طبیعی است، که برای آماده کردن قالب به منظور ریخته‌گری به کار می‌رود. دو نوع اصلی ماسه طبیعی عبارت‌اند از ماسه بدون رس و ماسه رس‌دار. ماسه بدون رس که آن را ماسه سیلیسی نیز می‌نامند، نوعی است که بیشتر برای قالب‌گیری به کار می‌رود و ماسه مصنوعی هم نامیده می‌شود. وقتی مقداری رس (بتونیت) و آب به ماسه سیلیسی اضافه شود، حاصل را ماسه تر می‌نامند. ماسه

رس‌دار نوعی ماسهٔ تر طبیعی است، که معمولاً در سفالگری به کار می‌رود.

ماسه‌های مورد استفاده در ریخته‌گری را به چند دسته تقسیم می‌کنند:

۱. ماسهٔ نرم، برای ساختن ماسهٔ تر، ماسه با چسب سرد و ماسه ماهیچه به کار می‌رود. صافی سطح قطعات ریخته شده با استفاده از این نوع ماسه بالاتر است؛

۲. ماسهٔ متوسط، برای ساختن ماسهٔ تر، ماسه با چسب سرد و ماسه ماهیچه به کار می‌رود؛

۳. ماسهٔ زیر، برای ساختن قالبهایی به کار می‌رود که باید تراوایی بالایی داشته باشند.

ماسهٔ قالبگیری خوب باید خواص زیر را داشته باشد:

۱. سازگاری: ماسه باید بتواند به شکل مدل درآید و پس از بیرون کشیدن مدل، تا زمان ریختن فلز مذاب و انجماد آن، شکل خود را حفظ کند.

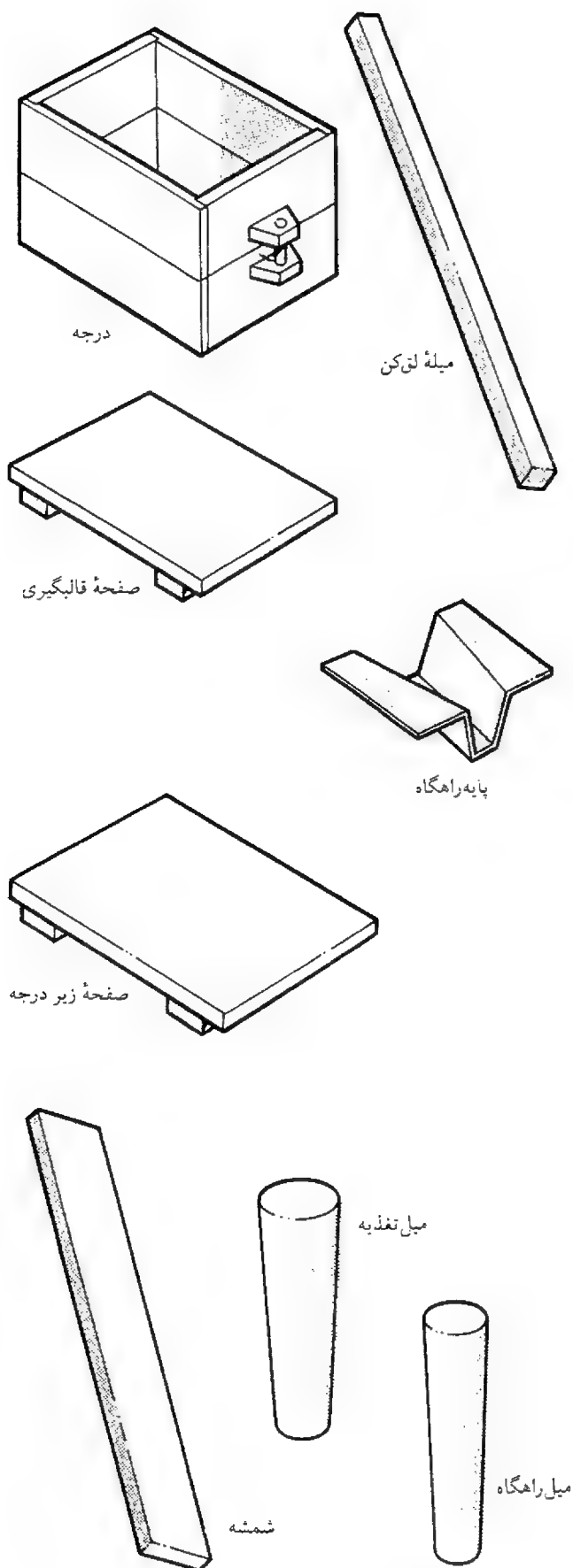
۲. تراوایی: ماسه باید به اندازهٔ کافی متخلخل باشد تا گاز تولید شده در هنگام تماس فلز مذاب با ماسهٔ مرطوب، بتواند از قالب خارج شود.

۳. دیومدازی: ماسه باید بتواند گرمای تولید شده به وسیلهٔ فلز مذاب را تحمل کند.

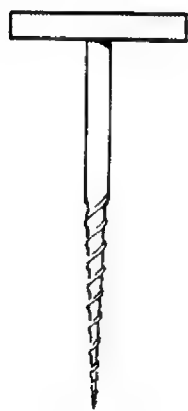
برای کسب نتایج خوب، ماسهٔ تر را باید به خوبی آماده کرد. ماسه را باید با مقدار صحیحی آب مخلوط کرد. برای وارسی رطوبت ماسه، یک مشت ماسهٔ مخلوط شده را فشار دهید و آن را دو نیم کنید. اگر ماسهٔ فشرده به پاکیزگی (بدون ریخت و پاش دو تکه) شد، مقدار رطوبت آن مناسب است. اگر خرد شد و از هم پاشید، رطوبت آن کم است. اگر به کف دستتان چسبید، رطوبت آن زیاد است.

پودر جدایش

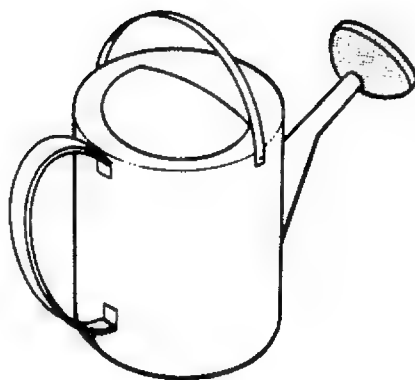
پودر جدایش ماده‌ای نمانپذیر است که برای جلوگیری از چسبیدن ماسه (ماسهٔ تر) به مدل، پس از کوبیدن ماسه، به کار می‌رود. این پودر به دانه‌های ماسهٔ واقع در سطح جدایش



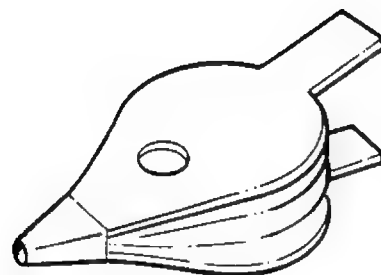
شکل ۱-۱۲ ابزارها و تجهیزات قالبگیری.



میخ مدل کش



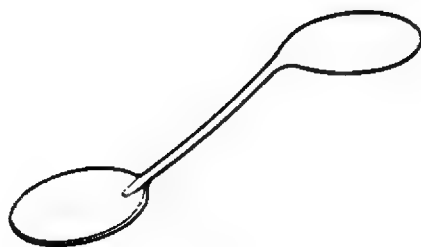
آبپاش



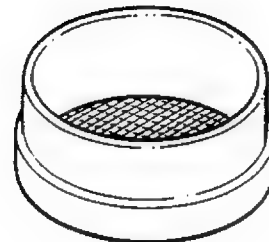
فونک



آبدان



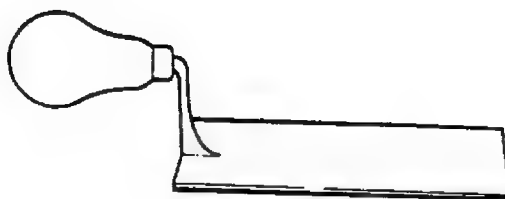
قاشقک



سرنند (الک)



کوبه



ماله

شکل ۱۲-۱ (ادامه).

میل تغذیه را به این دلیل شیب‌دار می‌سازند که بتوان به آسانی آن را از ماسه بیرون کشید، بدون آنکه ماسه ریزش کند. میل راهگاه میله چوبی شیب‌دار و کوتاهی است که با استفاده از آن در لنگه رویی سوراخی ایجاد می‌کنند تا فلز مذاب را از طریق آن در حفره قالب بریزند.

میخ مدل‌کش نوعی پیچ است که به کمک آن، پس از کوبیدن ماسه، مدل را از قالب بیرون می‌کشند. اسفنج نوعی پارچه نرم است که برای خیس کردن اطراف مدل به کار می‌رود تا وقتی مدل را از قالب بیرون می‌کشند، ماسه نریزد. کوبه قطعه‌ای چوبی است که برای کوبیدن و فشردن ماسه در داخل درجه و در اطراف مدل به کار می‌رود. این فرایند را کوبیدن می‌نامند.

از آبپاش برای نم زدن به ماسه و مرطوب کردن آن استفاده می‌شود. قاشقک نوعی قاشق فلزی است که برای جمع کردن دانه‌های ماسه‌ای که ممکن است پس از بیرون کشیدن مدل، داخل قالب ریخته شده باشند، به کار می‌رود. ماله ابزاری است که برای تعمیر بخشهای آسیب‌دیده قالب از آن استفاده می‌کنند. فوتک نوعی دم چرمی است که برای بیرون راندن دانه‌های ماسه از داخل حفره قالب به کار می‌رود. از الک برای سرند کردن و جدا کردن ماسه روی مدل در لنگه زیری درجه استفاده می‌شود. این فرایند را سرندکاری می‌نامند و هدف از آن جدا کردن آشغال از ماسه است.

مراحل آماده‌سازی قالب

فرض کنید مدلی مطابق شکل ۱۲-۲ (الف) ساخته شده است.

۱. ماسه را با آب مرطوب کنید و رطوبت آن را اندازه بگیرید (شکل ۱۲-۲ ب).

۲. لنگه زیری درجه را روی صفحه قالبگیری برگردانید. میله‌ای راهنمای لنگه زیر درجه باید رو به پایین باشند (شکل ۱۲-۲ ج).

۳. مدل را در لنگه زیری درجه، درست در وسط صفحه قالبگیری مستقر کنید (شکل ۱۲-۲ د).

لنگه‌های رویی و زیری درجه کمک می‌کند که به آسانی از هم جدا شوند. اگر پودر جدایش در دسترس نباشد، می‌توان از ماسه نو، که آن را ماسه رویه قالب می‌نامند، استفاده کرد. ماسه رویه قالب و ماسه قالبگیری را نباید با هم اشتباه کرد، اگرچه اساساً یکی هستند. ماسه رویه قالب، همواره ماسه نو است (که قبلاً از آن استفاده نشده است)، اما ماسه قالبگیری را می‌توان بارها و بارها مصرف کرد.

ابزارها و تجهیزات قالبگیری

در شکل ۱۲-۱ ابزارها و تجهیزات مورد نیاز برای ساخت قالب ماسه‌ای در کارگاه آموزشی نشان داده شده است.

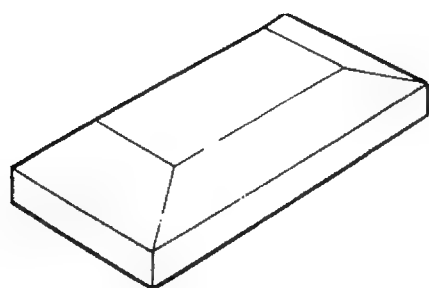
درجه جعبه‌ای پر از ماسه ریخته‌گری است و آن را می‌کوبند تا قالب ساخته شود. نیمه بالایی درجه را لنگه رویی و نیمه پایینی درجه را لنگه زیری می‌نامند.

صفحه قالبگیری تخته صافی است که پیش از استقرار مدل، آن را زیر لنگه زیری درجه قرار می‌دهند، سپس درجه را با ماسه قالبگیری پر می‌کنند و آن را می‌کوبند.

صفحه زیر درجه شبیه صفحه قالبگیری است. پس از کوبیدن ماسه در لنگه زیری درجه و پیش از برگرداندن این لنگه، صفحه زیر درجه را روی آن قرار می‌دهند.

شمشه، تکه‌ای تخته باریک مستطیلی است که با استفاده از آن ماسه کوبیده شده در درجه را صاف می‌کنند. میله لق‌کن، میله‌ای چوبی با مقطع مربع است که برای ضربه زدن به میخ مدل‌کشی، به منظور لق کردن مدل در قالب، به طوری که بتوان آسانتر آن را بیرون کشید به کار می‌رود.

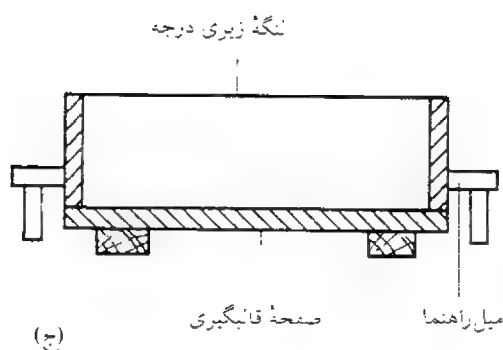
پایه راهگاه، قطعه‌ای ورق فلزی است که به منظور ایجاد مسیر عبور فلز مذاب در لنگه زیری درجه برای ورود به حفره قالب و بالا آمدن مذاب در درجه، پس از پر شدن حفره قالب به کار می‌رود. این مسیر را راهگاه می‌نامند. میل تغذیه میله‌ای چوبی است که اندکی شیب دارد و با استفاده از آن سوراخی به نام تغذیه در لنگه رویی درجه ایجاد می‌کنند. این سوراخ به حفره قالب راه دارد و فلز مذاب، پس از پر کردن حفره قالب، در این سوراخ بالا می‌آید و به سطح درجه می‌رسد تا مشخص شود که حفره قالب کاملاً پر شده است.



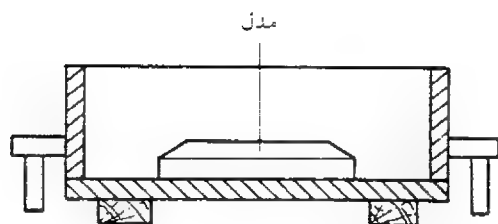
(الف)



(ب)



(ج)



(د)

شکل ۲-۱۲ مراحل آماده‌سازی قالب. الف) مدل؛ ب) ماسه تر؛ ج) لنگه زیری درجه را روی صفحه قالبگیری قرار دهید؛ د) مدل را روی صفحه مستقر کنید.

۴. پودر جدایش یا ماسه روی قالب را به طور یکنواخت روی مدل و روی صفحه قالبگیری، در اطراف مدل، پخش کنید.

۵. با استفاده از الک، مقداری ماسه قالبگیری روی مدل سرند کنید تا آن را بپوشاند (شکل ۲-۱۲ ه). ماسه را باید سرند کنید تا دانه‌های ماسه روی مدل و اطراف آن ریزتر باشند.

۶. با دست، ماسه سرندشده را در پیرامون مدل فشرده کنید و سطحی ناصاف به وجود آورید.

۷. بقیه درجه را با ماسه سرندشده کاملاً پر کنید (شکل ۲-۱۲ و).

۸. با ته گرد کوبه، ماسه را دور مدل و در کناره‌های درجه بکوبید (شکل ۲-۱۲ ز).

۹. با سر صاف کوبه، ماسه را در همه جای درجه فشرده کنید (شکل ۲-۱۲ ح).

۱۰. ماسه اضافی را از روی درجه بتراشید و با استفاده از شمشه، سطح درجه را صاف کنید (شکلهای ۲-۱۲ ط و ۲-۱۳).

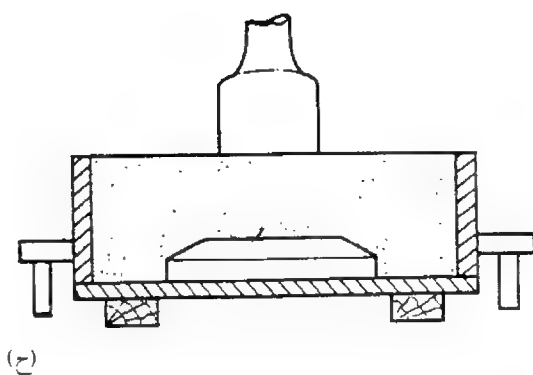
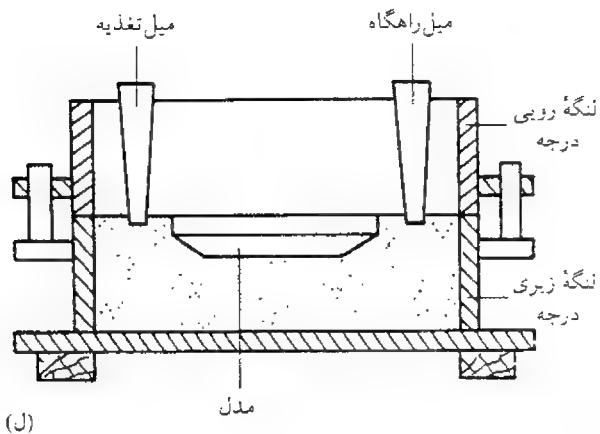
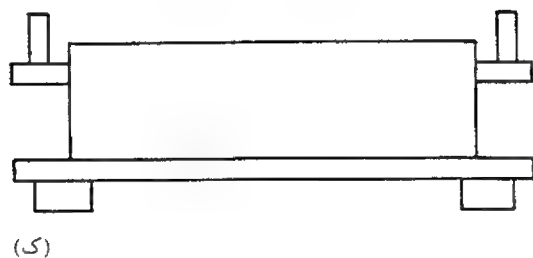
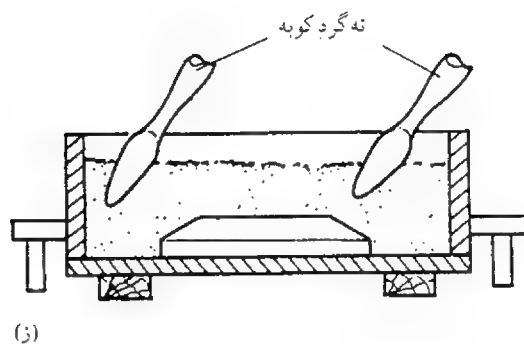
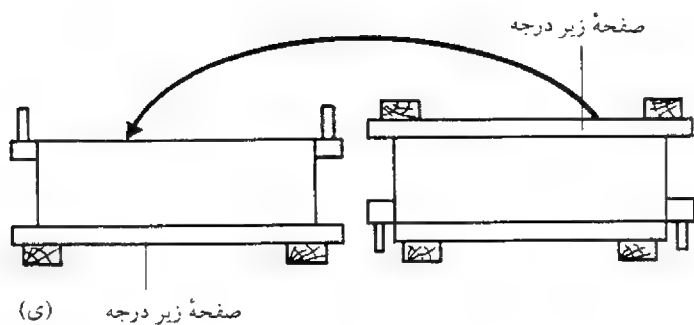
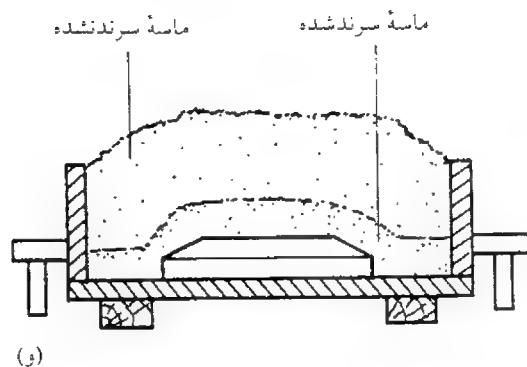
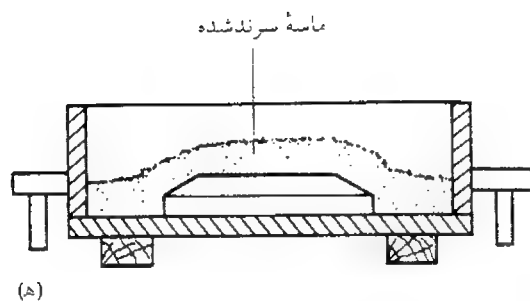
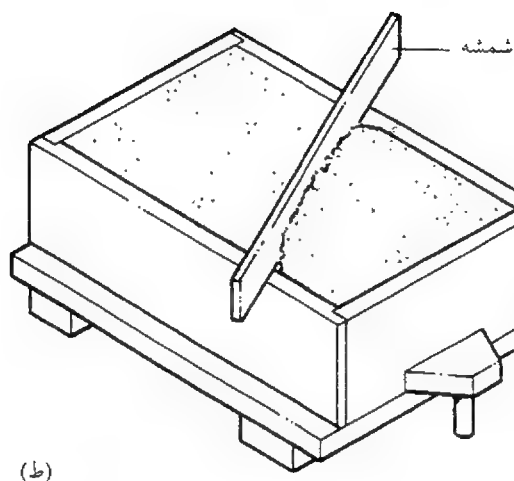
۱۱. صفحه زیر درجه را روی لنگه زیری قرار دهید و آن را با احتیاط برگردانید؛ میل راهنماها باید رو به پایین قرار گیرند (شکل ۲-۱۳ ی).

۱۲. صفحه قالبگیری را بردارید تا مدل نمایان شود. سطح ماسه را واریسی و در صورت امکان آن را با قاشق یا ماله صاف کنید (شکل ۲-۱۳ ک).

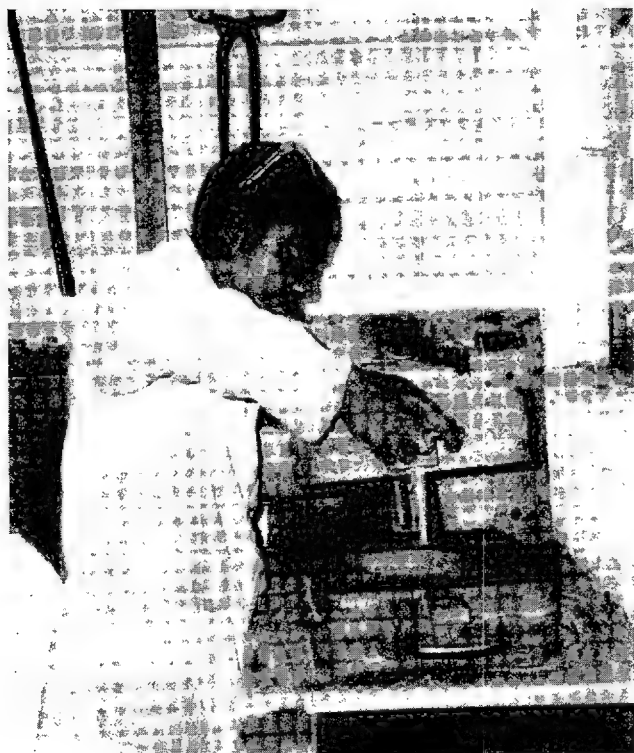
۱۳. لنگه رویی را روی لنگه زیری قرار دهید و میل راهنما و میل تغذیه را در ماسه لنگه زیر، در محلی به فاصله حدود ۲۵mm از لبه مدل، فرو کنید. تغذیه را باید در محلی تعبیه کنید که قطعه بیشترین ضخامت را دارد. تغذیه را می‌توان روی مدل هم تعبیه کرد (شکلهای ۲-۱۳ ل و ۲-۱۴).

۱۴. پودر جدایش یا ماسه روی قالب را روی تمام مجموعه پخش کنید.

۱۵. لنگه رویی را با ماسه سرندشده پر کنید و آن را بکوبید؛ سپس ماسه سرندشده اضافه کنید و دوباره بکوبید تا



شکل ۱۲-۲ (ادامه). ه) مدل را با ماسه سرندشده بپوشانید؛ و) روی آن ماسه سرندشده بریزید؛ ز) اطراف مدل را بکوبید؛ ح) ماسه را با ته کوبه بکوبید؛ ط) ماسه اضافی را از روی درجه بتراشید؛ ی) لنگه زیری را برگردانید؛ ک) لنگه زیری برگشته؛ ل) میل تغذیه و میل راهگاه را در لنگه رویی درجه قرار دهید.



شکل ۱۲-۴ استقرار لنگه روی درجه روی لنگه زیری.



شکل ۱۲-۳ صاف کردن ماسه روی درجه.

می‌تواند بر قالب فشار وارد کند.

۱۸. لنگه رویی را با دقت از لنگه زیری جدا کنید و آن را روی

یک وجه قرار دهید تا آسیب نبیند (شکل ۱۲-۲ س).

۱۹. ماسه دور مدل را با آبدان تم بزنید. این عمل از ریختن

ماسه در هنگام بیرون کشیدن مدل جلوگیری می‌کند

(شکل ۱۲-۲ ع).

۲۰. سیخ مدل‌کش را در جایی نزدیک وسط مدل بپیچید. با

میله لق‌کن به آرامی به میخ ضربه بزنید تا مدل در قالب لق

شود (شکل ۱۲-۲ ف).

۲۱. مدل را با احتیاط بیرون بکشید، به طوری که لبه‌های

قالب فرو نریزد (شکل ۱۲-۲ ض).

۲۲. با استفاده از قاشقک یا ماله، قالب را تعمیر کنید (شکل

۱۲-۲ ق).

۲۳. بین حفره قالب و سوراخ بارریز و از حفره قالب تا

سوراخ تغذیه، راه‌بارهایی تعبیه کنید (شکل ۱۲-۲ ر).

برای این کار از پایه‌راهگاه استفاده کنید. راه‌بارها باید

طوری تعبیه شوند که مذاب با کمترین فشار وارد قالب

شود و لبه‌های قالب آسیب نبینند.

لنگه رویی درجه پر شود. ماسه را بیش از اندازه سفت

نکوبید. ماسه اضافی را از روی درجه بردارید (شکل

۱۲-۲ م).

۱۶. وقتی برای خروج گاز از حفره قالب، تعبیه نفس‌کش

ضرورت داشته باشد، می‌توانید از سیخ نفس‌کش

استفاده کنید و ناحیه بالای مدل را با آن سوراخ کنید.

عمق سوراخ‌های نفس‌کش باید کافی باشد، اما نباید به

مدل برسد (شکل ۱۲-۲ ن).

۱۷. میل تغذیه و میل راهگاه را بیرون بکشید تا سوراخ تغذیه

و لوله راهگاه ایجاد شود. سطح داخلی آنها را با دست، با

احتیاط کامل، صاف کنید. سوراخ‌های تغذیه و راهگاه

اندکی شیب دارند، به طوری که فلز مذاب داخل آنها

۳. هر وقت لازم شد، به بوته فلز اضافه کنید.

▲ آب و فلز مذاب، در صورت تماس، به شدت با هم واکنش انجام می‌دهند. وقتی فلز مرطوب به فلز مذاب اضافه می‌کنید، مراقب باشید.

۴. با ذوب شدن فلز، دما را مکرراً اندازه‌گیری کنید. اگر فلز

بیش از حد داغ شود، قطعه ریختگی معیوب خواهد شد.

۵. وقتی فلز به نزدیکی دمای بارریزی رسید، به آن گدازآور

اضافه کنید و فلز مذاب را هم بزنید.

۶. سرباره مذاب را بگیرد.

▲ در هنگام ذوب فلز و بارریزی، لباس محافظ مناسب بپوشید.

۷. کوره را خاموش کنید و بوته را از آن بیرون بکشید. برای

این کار از انبرطوق استفاده کنید (شکل ۱۲-۷).

۸. بوته حاوی مذاب را در دسته‌ملاقه قرار دهید و بارریزی

را شروع کنید.

ریختن فلز مذاب در قالب

۱. فلز مذاب را با سرعت هر چه بیشتر، از طریق لوله‌راهگاه،

به داخل قالب بریزید (شکل‌های ۱۲-۸ تا ۱۲-۱۰).

▲ در هنگام بارریزی در یک طرف قالب بایستید تا بخاری که از قالب بیرون می‌آید به شما آسیب نرساند.

۲. وقتی تغذیه و لوله‌راهگاه پر شوند، بارریزی را قطع کنید.

۳. بوته را به پای کوره برگردانید و صبر کنید تا خنک شود.

فلز مذاب اضافی را در بوته باقی نگذارید، بلکه آن را در

قالب شمش بریزید.

۴. مدتی صبر کنید تا قالب خنک شود، سپس آن را بتکانید تا

قطعه ریختگی بیرون بیاید (شکل ۱۲-۱۱).

۵. پس از آنکه قطعه ریختگی کاملاً سرد شد، راهگاه و

۲۴. با استفاده از دم، دانه‌های ماسه پراکنده شده در قالب را

بروید و روی سطح حفره قالب پودر گرافیت بپاشید تا

ماسه روی قالب، در نتیجه گرمای فلز مذاب، نسوزد.

۲۵. لنگه رویی را دوباره روی لنگه زیری قرار دهید (شکل

۱۲-۲).

۲۶. درجه‌های جفت شده را به محوطه بارریزی انتقال دهید

و بگذارید در آنجا خشک شوند.

ذوب فلز و بارریزی

فرایند ذوب فلز برای ریختن در قالب، یکی دیگر از

جنبه‌های مهم فرایند ریخته‌گری است. در شکل ۱۲-۵،

تجهیزات و ابزارهایی که ممکن است برای عملیات

ریخته‌گری در کارگاههای آموزشی به کار آیند، نشان داده

شده است.

در صورت امکان، باید برای کارگاه آموزشی یک دستگاه

کوره بوته‌ای تهیه کرد تا بتوان با استفاده از آن فلزات، به ویژه

آلومینیم و مس، را ذوب کرد و به دمای مناسب برای

ریخته‌گری رساند. برای ذوب بعضی از فلزات و آلیاژهای

غیرآهنی، مانند سرب، مسوار و آلیاژهای روی، که نقطه

ذوب پایینی دارند، می‌توان از کوره لحیمکاری نیز استفاده

کرد. برای ذوب فلزات غیرآهنی در کوره آهن‌گری، می‌توان

از بوته گرافیتی استفاده کرد. بوته حاوی مذاب را با استفاده

از انبرطوق از کوره بیرون می‌کشند و در دسته‌ملاقه قرار

می‌دهند. بوته را با استفاده از دسته‌ملاقه جابه‌جا می‌کنند و

فلز مذاب را در قالب می‌ریزند.

آدرس‌نچ ابزاری است که برای اندازه‌گیری دماهای بالا به

کار می‌رود. نوعی آدرس‌نچ ساده که در شکل ۱۲-۵ نشان

داده شده است، برای اندازه‌گیری دمای فلزات مذاب در

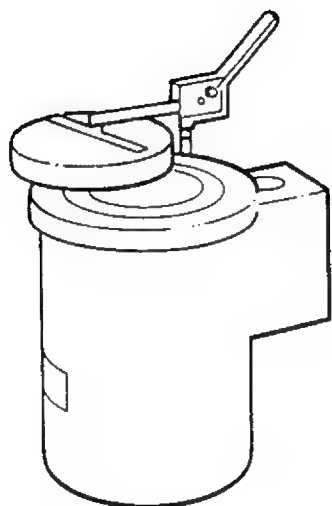
کارگاه آموزشی مناسب است.

مراحل ذوب فلز

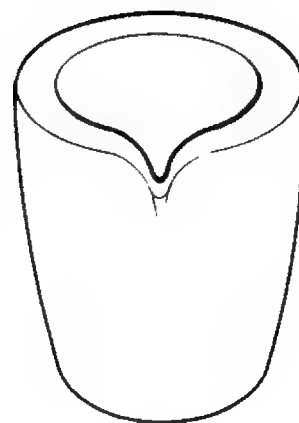
۱. کوره را روشن کنید.

۲. بوته را با قطعات فلز پر کنید و آن را در کوره قرار دهید

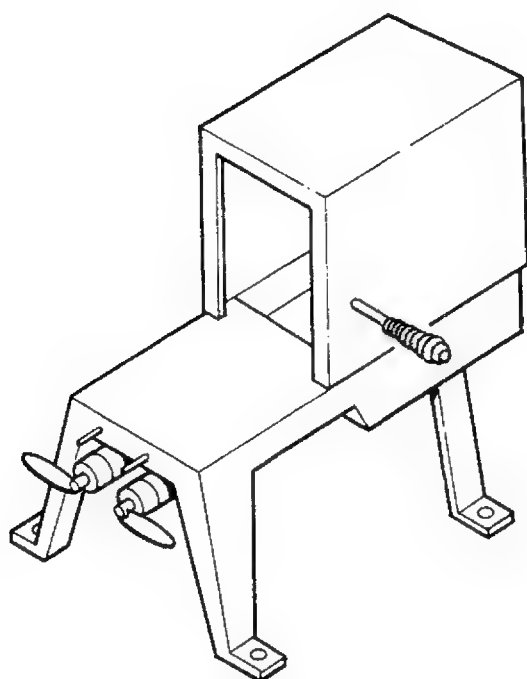
(شکل ۱۲-۶).



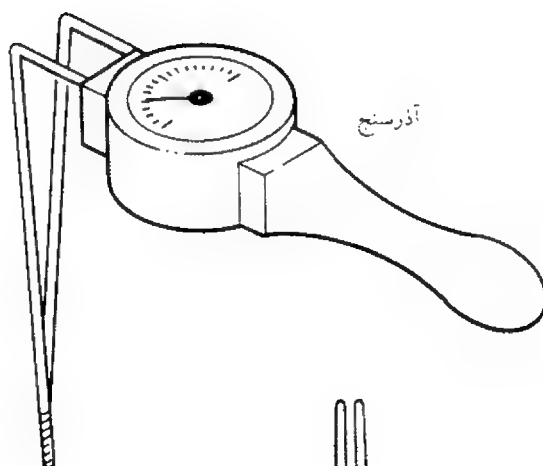
کوره بوتلای



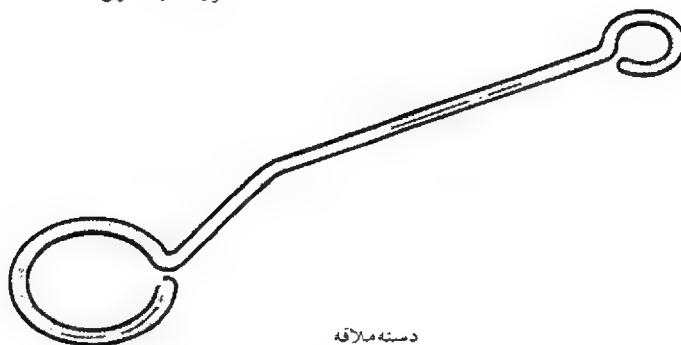
بوتله گرافیتی



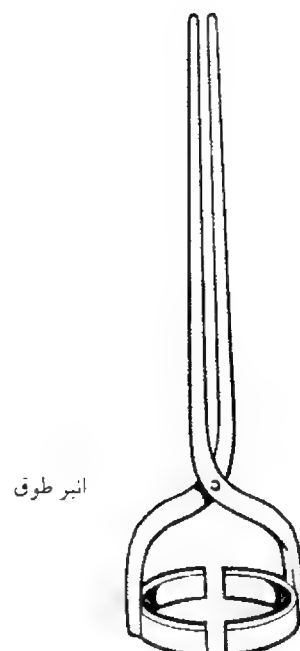
کوره لحیمکاری



آدرسنج



دسته ملاقه



انبر طوق

شکل ۱۲-۵ ابزارها و تجهیزات اولیه‌ای که برای ذوب فلز و بارریزی لازم است.



شکل ۱۲-۷ بیرون کشیدن بوته حاوی فلز مذاب از کوره بوته‌ای.



شکل ۱۲-۶ قرار دادن بوته حاوی قطعات فلز در کوره بوته‌ای.

استفاده از مدل‌های چندتکه

برای تولید قطعات ریختگی پیچیده از مدل چندتکه استفاده می‌کنند. این نوع مدل، به جای آنکه یکپارچه باشد، از دو یا چند قطعه تشکیل می‌شود. برای جفت کردن قطعات با هم از میخچه استفاده می‌کنند (شکل ۱۲-۱۳). اگر مدل دونیمه باشد، از یک نیمه آن برای ایجاد حفره در لنگه زیری و از نیمه دیگر آن برای ایجاد حفره در لنگه رویی درجه استفاده می‌کنند (شکل ۱۲-۱۴). برای تولید قطعات ریختگی توخالی هم می‌توان از ماهیچه و مدل چندتکه استفاده کرد (شکل ۱۲-۱۵).

ریخته‌گری در قالب فلزی

ریخته‌گری در قالب فلزی فرایندی برای تولید قطعات از طریق تزریق یا راندن فلز مذاب به داخل قالب دائمی فلزی است.

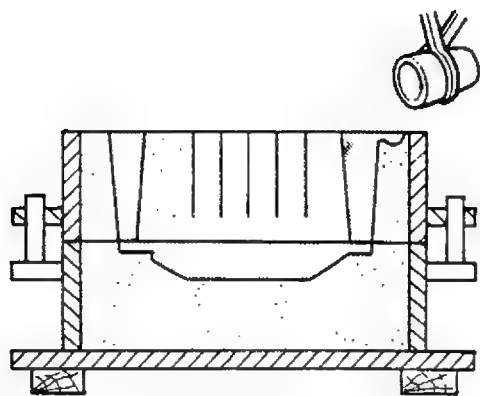
تغذیه آن را ببرید و جدا کنید.

۶. قطعه ریختگی را ماشینکاری و پرداخت کنید تا برای مصرف آماده شود.

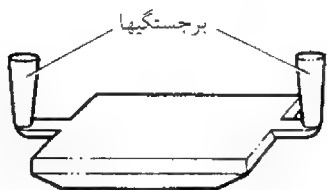
ریخته‌گری قطعات توخالی

در شکل ۱۲-۱۲ یک قطعه ریختگی توخالی نشان داده شده است. برای تولید قطعه‌ای شبیه به این، باید ماهیچه‌ای در قالب قرار دهید. ماهیچه را از نوعی مخلوط ماسه و روغن، در جعبه ماهیچه می‌سازند و آن را در کوره می‌پزند.

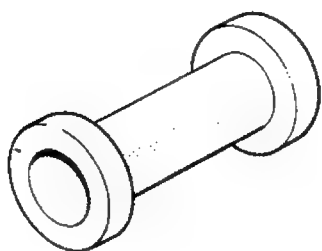
برای قرار دادن ماهیچه در قالب، در دو انتهای مدل برجستگی‌هایی به نام ریشه‌ماهیچه تعبیه می‌کنند. ریشه‌ماهیچه فرورفتگی‌هایی در ماسه قالبگیری ایجاد می‌کند تا ماهیچه در آنها مستقر شود؛ ماهیچه را باید پیش از بارریزی در حفره قالب قرار داد. وجود ماهیچه سبب می‌شود که بخشی از قطعه خالی بماند.



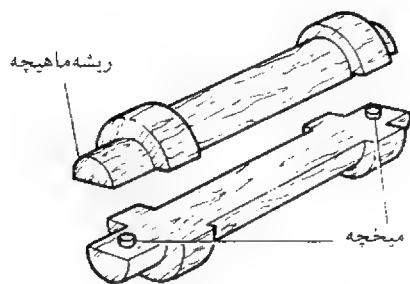
شکل ۱۰-۱۲ بارریزی.



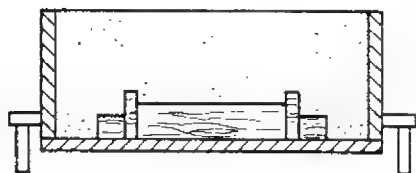
شکل ۱۱-۱۲ قطعه بیرون آمده از قالب.



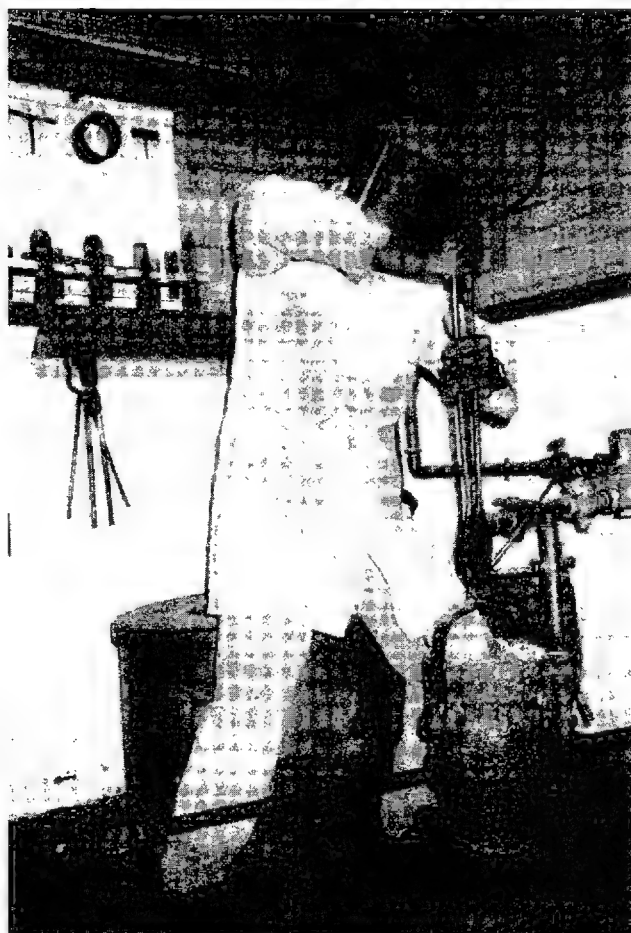
شکل ۱۲-۱۲ قطعه ریختگی توخالی.



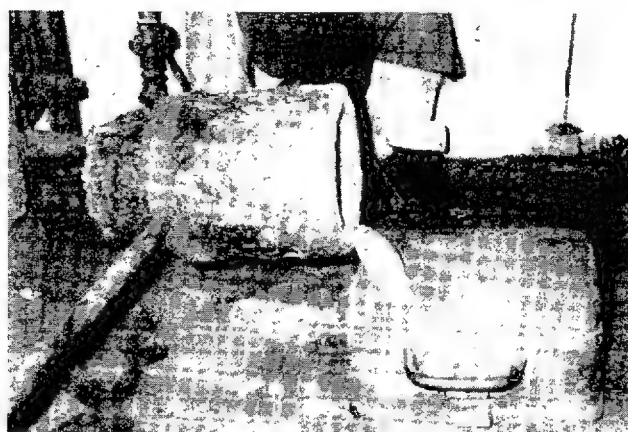
شکل ۱۳-۱۲ مدل چندتکه.



شکل ۱۴-۱۲ نیمه مدل در قالب.



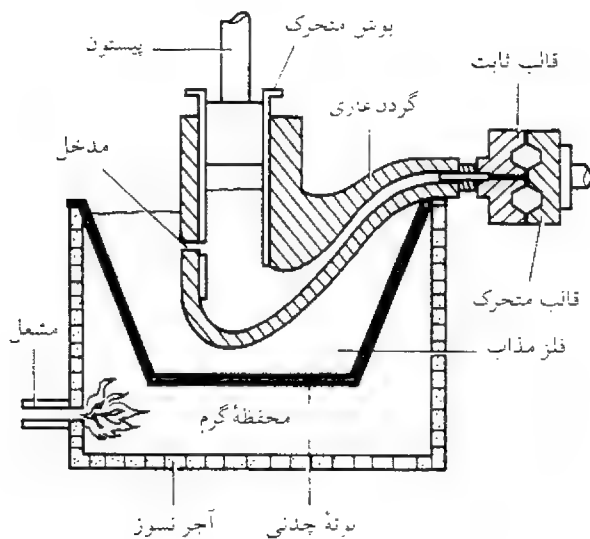
شکل ۱۲-۸ با استفاده از انبرطوق، بوته را در دسته‌ملاقه قرار دهید و بارریزی را آغاز کنید.



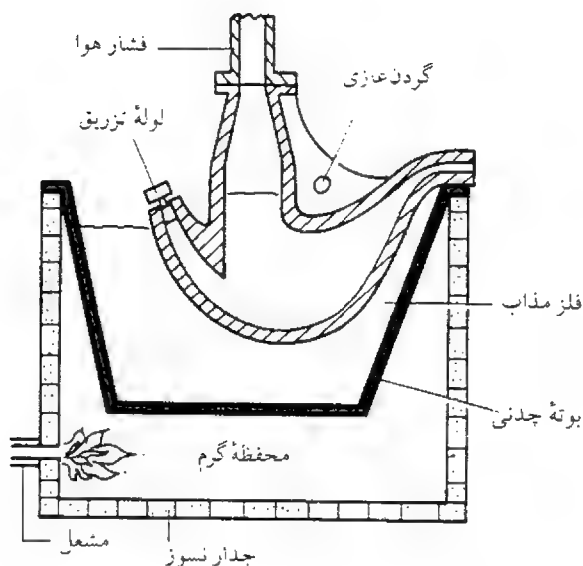
شکل ۱۲-۹ استفاده از دسته‌ملاقه برای ریختن فلز مذاب در بوته (بارریزی).

اول، ریخته‌گری در ریجه، که در آن فلز مذاب تحت اثر نیروی وزن خود وارد قالب می‌شود و برای ریختن قطعات

روشهای ریخته‌گری در قالب فلزی ریخته‌گری در قالب فلزی به دو روش اصلی انجام می‌شود.

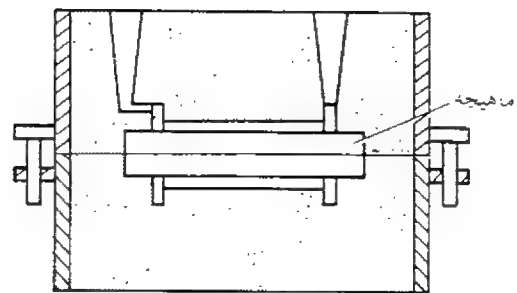


شکل ۱۲-۱۶ ماشین ریخته‌گری تحت فشار محفظه گرم.



شکل ۱۲-۱۷ ماشین ریخته‌گری تحت فشار محفظه گرم بادی.

گرانشی آغاز می‌شود. سپس مکانیسمی گردن‌غازی را بالا می‌آورد تا با مدخل قالب تماس پیدا کند. در این وضعیت، گردن‌غازی قفل و ماشین برای تزریق آماده می‌شود. هوای فشرده وارد گردن‌غازی می‌شود و فلز مذاب را به داخل قالب می‌راند و فلز در قالب منجمد می‌شود. پس از انجماد فلز مذاب، فشار هوا قطع می‌شود و گردن‌غازی به موضع اولیه خود می‌رسد تا برای عمل بعدی، مذاب دریافت کند. قالب متحرک، همراه با صفحه متحرک عقب کشیده می‌شوند، قالب باز می‌شود و قطعه بیرون می‌آید.



شکل ۱۲-۱۵ استقرار ماهیچه در قالب.

فلزی با مقاطع نازک مناسب نیست، زیرا جدار فلزی قالب، مذاب را به سرعت سرد می‌کند. دوم، ریخته‌گری تحت فشار که در آن فلز مذاب را تحت فشار زیاد در قالب فلزی تزریق می‌کنند؛ فشار روی فلز مذاب، تا هنگام انجماد آن، حفظ می‌شود.

انواع ماشینهای ریخته‌گری تحت فشار

ماشینهای محفظه گرم

در این نوع ماشین، ظرف حاوی مذاب، بخشی از بدنه اصلی ماشین ریخته‌گری است. این ظرف در محفظه گرم یا بخش گرمکن ماشین قرار دارد.

در ماشین ریخته‌گری تحت فشار پیستونی، پیستون در فلز مذاب شناور است. مدخل مجموعه پیستون تزریق همواره از سطح فلز مذاب پایینتر است. لوله‌ای که آن را گردن‌غازی می‌نامند به صفحه ثابت قالب متصل است (شکل ۱۲-۱۶). این ماشین به ترتیب زیر کار می‌کند. فلز مذاب از طریق مدخل وارد محفظه پیستون می‌شود؛ این مدخل هنگامی باز می‌شود که بوش متحرک پیستون، به سمت بالا کشیده شود. وقتی به پیستون نیرو وارد می‌شود، فشار مثبت پیستون و بوش را پایین می‌راند، مدخل را می‌بندد و فلز مذاب را، از طریق گردن‌غازی، به داخل قالب تزریق می‌کند. فشار همچنان حفظ می‌شود تا فلز داخل قالب منجمد شود. سپس فشار را حذف می‌کنند و چرخه تزریق تکرار می‌شود.

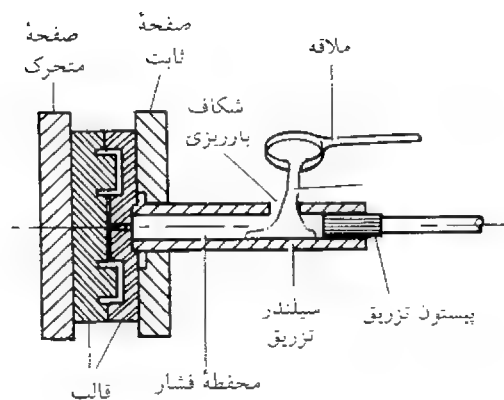
ماشین ریخته‌گری تحت فشار بادی (شکل ۱۲-۱۷) به نوع پیستونی بسیار شبیه است. کار این ماشین با پایین رفتن گردن‌غازی در فلز مذاب و پر شدن آن در نتیجه نیروی

بارریز بریزید.

۶. کمی صبر کنید تا فلز در قالب منجمد شود؛ سپس قالب را باز کنید و قطعه ریخته‌گری را بیرون بیاورید.

۷. در صورت ضرورت، ماهیچه‌ها را از قطعه ریخته‌گری بیرون بیاورید.

۸. قطعه ریخته‌گری را واریسی کنید که معیوب نباشد.



شکل ۱۲-۱۸ ماشین ریخته‌گری تحت فشار محفظه‌سرد.

مزایای ریخته‌گری در قالب فلزی

فرایند ریخته‌گری در قالب فلزی، به دلایل زیر، از فرایند ریخته‌گری در ماسه اقتصادیتر است. این فرایند سریعتر و بنابراین، برای تولید انبوه مناسبتر است؛ از قالب فلزی می‌توان بارها استفاده کرد. قطعات ریخته‌گری تولیدشده با استفاده از این فرایند، از لحاظ ابعادی، دقیقترند و نیازی نیست که با انجام عملیات دیگری دقت ابعادی آنها را افزایش دهیم. در این روش به مواد و نیروی انسانی کمتری نیاز است.

انواع قالب

قالب فلزی را معمولاً از فولاد می‌سازند و هرگاه ریخته‌گری آلیاژهایی با نقطه ذوب بالا مورد نظر باشد، آن را سخت‌سازی می‌کنند. در صورتی که به قطعه‌ای با صافی سطح زیاد نیاز باشد باید سطح قالب کاملاً صیقلی شود.

قالبها را به صورت دو نیمه می‌سازند. یک نیمه قالب ثابت است و نیمه دیگر حرکت می‌کند و در بیرون پراندن قطعه ریخته‌گری نقش دارد. هر نیمه قالب تعدادی میل راهنما دارد تا با نیمه دیگر جفت شود.

قالبها براساس تعداد و انواع قطعات ریخته‌گری که در هر بار تزریق تولید می‌کنند، دسته‌بندی می‌شوند. قالب تک‌حفره‌ای، در هر بار تزریق، فقط یک قطعه تولید می‌کند. قالب چندحفره‌ای در هر بار تزریق، چندین قطعه تولید می‌کند. قالب مرکب، در هر بار تزریق، دو یا چند قطعه با شکلهای مختلف تولید می‌کند. برای نگه داشتن قطعات مختلف قالب، به طور همزمان، از واحد قالبگیر استفاده می‌شود.

ماشین ریخته‌گری تحت فشار محفظه‌سرد

ماشین ریخته‌گری تحت فشار محفظه‌سرد از یک محفظه استوانه‌ای تحت فشار تشکیل می‌شود که در امتداد افقی قرار گرفته است و با نیروی هیدرولیکی کار می‌کند. پیستون این ماشین در همین محفظه قرار دارد. قالب به انتهای محفظه تحت فشار بسته می‌شود (شکل ۱۲-۱۸).

ماشین محفظه‌سرد به ترتیب زیر عمل می‌کند. فلز مذاب بیرون از ماشین تهیه و به وسیله بوته به راهگاه بارریز ریخته می‌شود؛ راهگاه بارریز روی محفظه تحت فشار قرار دارد. سپس پیستون، تحت فشار زیاد، جلو می‌رود، فلز مذاب را به جلو می‌راند و آن را به داخل قالب تزریق می‌کند. پس از انجماد فلز، قالب باز می‌شود و قطعه از نیمه ثابت آن بیرون می‌آید. نیمه ثابت قالب به صفحه ثابت متصل است.

این سیستم را سیستم محفظه‌سرد می‌نامند، زیرا بخش گرم‌کننده‌ای در ماشین تعبیه نشده است. فلز مورد نیاز را همیشه در کوره بوته‌ای، بیرون از ماشین، ذوب می‌کنند.

ترتیب کلی بهره‌برداری از ماشین ریخته‌گری تحت فشار

۱. قالب را باز و آن را تمیز کنید.
۲. ماهیچه‌ها را (در صورت نیاز) در قالب بگذارید.
۳. به سطح قالب، روانکار بپاشید.
۴. قالب را ببندید.
۵. فلز مذاب را به داخل قالب تزریق کنید. در فرایند محفظه‌سرد، پیش از تزریق، فلز مذاب را در راهگاه

فلزات و آلیاژهایی که در قالب فلزی ریخته می‌شوند

انواع مختلفی از فلزات و آلیاژهای غیرآهنی را در قالبهای فلزی می‌ریزند.

از آلیاژهای روی برای تولید انواع اشیاء، مانند دستگیره در، استفاده می‌شود. آلیاژهای آلومینیم را برای تولید بعضی از قطعات سبک‌وزن به کار می‌برند. آلیاژهای مس برای ساختن سخت‌افزارها، لوازم اتومبیل، هواپیما و کشتی، چرخدنده و غیره به کار می‌روند. از آلیاژهای منیزیم برای تولید قطعات هواپیما، موتور و اسبابهای اندازه‌گیری، ابزارهای رومیزی و لوازم خانگی استفاده می‌شود.

عیوب قطعات ریختگی

منظور از عیب، خصایص نامطلوبی است که بیشتر در سطح قطعات ریختگی دیده می‌شود، اما گاهی هم در داخل قطعه است.

عیوب قطعات ریختگی از عاملهای مختلفی ناشی می‌شوند.

تخلخل عبارت است از ایجاد سوراخهای ریز در قطعه، در نتیجه خروج گاز از فلز. دلیل دیگر تخلخل، هوای به دام افتاده در فلز، در حین ریخته‌گری است. می‌توان با تزریق مرم تحت فشار به داخل قطعه ریختگی، این عیب را برطرف کرد.

انقباض ایجاد فرورفتگی کم‌عمق روی سطح قطعه است، که احتمالاً به سبب کافی نبودن فلز مذاب برای جبران کاهش حجم ناشی از سرد شدن و انجماد، رخ می‌دهد. انقباض استحکام قطعه ریختگی را کاهش می‌دهد.

پارگی و ترک جدایش خطی یا بریدگی ایجاد شده در قطعه ریختگی، بر اثر ایجاد تنش در قالب، در حین انجماد و سرد شدن است. ترکها بر سه نوع اند. ترک گرم که وقتی ایجاد می‌شود که قطعه هنوز گرم است. این عیب را شکندگی گرم نیز می‌نامند. هرگاه فلز را آهسته سرد کنید، این نوع ترک ایجاد نمی‌شود. ترک سرد در دمای پایین ایجاد می‌شود. ترک سرد در نتیجه اتصال ناقص فلز مذاب با ماهیچه سرد یا پل

ماهیچه (قانجاق) سرد رخ می‌دهد.

سردجوشی پل ترک ناشی از سردی پل ماهیچه است. ترک و پارگی، به طور کلی، بر خواص مکانیکی قطعه ریختگی اثر می‌گذارند.

آخالها مواد نامطلوبی مانند ذرات ماسه، سرباره و اکسید هستند که در سطح قطعه ریختگی فرو رفته‌اند. آنها بر کیفیت ظاهری قطعه اثر می‌گذارند. مثلاً وجود آخالهای ماسه سبب دشواری ماشینکاری قطعه می‌شود.

ماسه‌سوز برجستگیهای کوچک روی سطح قطعه است که از به دام افتادن ماسه یا سرباره در زیر سطح فلز ناشی می‌شوند. رگه سوراخهای کم‌عمق روی سطح قطعه ریختگی است. این عیب بیشتر در قطعات ریخته شده در ماسه مشاهده می‌شود. چروکیدگی نشانه‌های برجسته‌ای است که روی سطح قطعات ریختگی دیده می‌شود. چروکیدگی ممکن است از وجود سوراخهای ریز ناشی شود.

مک فرورفتگیهای ایجاد شده در قطعه است که از حبس شدن هوا یا گاز در فلز مذاب ناشی می‌شوند. انقباض نیز ممکن است سبب ایجاد مک شود.

■ مرور مطالب این فصل

- ریخته‌گری فرایند ساخت انواع اشیاء، از طریق ریختن یا تزریق فلز مذاب به داخل حفره‌ای به شکل مورد نظر است؛ فلز در این حفره منجمد می‌شود و شکل آن را پیدا می‌کند.
- دو فرایند اصلی ریخته‌گری عبارت‌اند از ریخته‌گری در ماسه، که در آن از قالب ماسه‌ای استفاده می‌شود، و ریخته‌گری در قالب فلزی.
- فرایند ریخته‌گری در ماسه شامل مراحل زیر است: ساخت مدل برای قالبگیری؛ آماده کردن حفره قالب یا قالبگیری؛ ذوب فلز؛ ریختن فلز مذاب در قالب؛ تکاندن درجه و بیرون آوردن قطعه ریختگی؛ پرداخت نهایی قطعه ریختگی (ماشینکاری).
- برای قالبگیری باید از ماسه مرغوب و بدون خاک رس استفاده کرد.
- ماسه ریخته‌گری مرغوب باید بتواند: شکل مدل را، پس

از بیرون کشیدن آن، حفظ کند؛ در برابر گرمای فلز مذاب مقاومت کند؛ در حین بارریزی، گازها بتوانند از آن عبور کنند و خارج شوند.

● قالبهای ماسه‌ای را در جعبه‌های چوبی یا فلزی، به نام درجه، آماده می‌کنند. درجه از دو نیمه تشکیل می‌شود؛ نیمه بالایی را لنگه رویی درجه و نیمه پایینی را لنگه زیری درجه می‌نامند.

● برای ریختن قطعات توخالی، پیش از بارریزی، باید ماهیچه در قالب تعبیه کرد.

● قطعات فلز را در کوره بوت‌ای یا کوره آهن‌گری ذوب می‌کنند.

● برای تعیین دمای فلز مذاب از ابزاری به نام آذرسنج استفاده می‌کنند.

● در فرایند ریخته‌گری در قالب فلزی، فلز مذاب را تحت فشار، یا تحت اثر نیروی گرانی (ثقل) در قالب فلزی می‌ریزند.

● ماشینهای ریخته‌گری تحت فشار به دو دسته تقسیم می‌شوند: محفظه گرم و محفظه سرد.

● در ماشینهای محفظه گرم، ظرف حاوی مذاب جزء جدایی‌ناپذیر ماشین است و در بخش گرمکن آن قرار دارد. پیستونی، که برای تزریق فلز مذاب به داخل قالب به کار می‌رود، در فلز مذاب شناور است. گردن مجموعه پیستون شناور را گردن‌غازی می‌نامند. گردن‌غازی به مدخل قالب متصل است.

● در سیستم محفظه سرد، فلز در جایی بیرون از ماشین ریخته‌گری، ذوب می‌شود؛ سپس آن را به ماشین ریخته‌گری انتقال می‌دهند.

● برای ریخته‌گری در قالب فلزی، بیشتر از فلزات و آلیاژهای غیر آهنی استفاده می‌شود.

● قالبهای فلزی بر چند نوع‌اند: قالبهایی که در هر بار تزریق یک قطعه تولید می‌کنند؛ قالبهایی که در هر بار تزریق، چند

قطعه یکسان تولید می‌کنند؛ قالبهایی که در هر بار تزریق، چند قطعه به شکلهای مختلف تولید می‌کنند.

تمرین و پرسش

۱. تفاوت اصلی بین ریخته‌گری در ماسه و ریخته‌گری در قالب فلزی را شرح دهید.

۲. مزایا و معایب فرایندهای ریخته‌گری در ماسه و در قالب فلزی را شرح دهید.

۳. ماسه‌های قالبگیری را چگونه دسته‌بندی می‌کنند؟ کاربردهای اصلی هر دسته را شرح دهید.

۴. معنی و کاربرد اصطلاحات زیر را بیان کنید:

الف) ماسه تر

ب) پودر جدایش

ج) ماسه روی قالب

د) ماسه قالبگیری

ه) مدل چندتکه

۵. چگونه می‌توان از کافی بودن رطوبت مخلوط ماسه مطمئن شد.

۶. در هنگام ساخت مدلی برای قالبگیری، انقباض فلز را چگونه منظور می‌کنید؟

۷. با رسم شکل، نحوه تعمیر قالب آسیب‌دیده را نشان دهید.

۸. روشهای ریخته‌گری در قالب فلزی را چگونه دسته‌بندی می‌کنند؟

۹. تفاوت ماشین ریخته‌گری تحت فشار محفظه گرم، با ماشین محفظه سرد در چیست؟

۱۰. هر یک از عیوب زیر را شرح دهید و علل احتمالی بروز آنها را بیان کنید.

الف) ترک گرم (د) ماسه سوز

ب) تخلخل (ه) آخال

ج) مک

ماشین ابزار

مقدمه

وقتی برای فلزکاری خوب آموزش دیده‌اید و آماده‌اید که بتوانید مواد، ابزارها، ماشینها و فرایندهای مناسب را انتخاب کنید و از نحوه کار کردن با هر یک و دلیل انتخاب و به کارگیری آنها آگاه باشید.

در فصل ۴ فرایندهایی را بررسی کردیم که در آنها از ابزارهای دستی استفاده می‌شد. در این فصل با ماشین ابزارها و فرایندهایی که با استفاده از آنها انجام می‌شود سر و کار داریم، این ماشینها عبارت‌اند از سنگ، دریل، ماشین تراش معمولی، فرز، و صفحه تراش. در این فصل به بحث درباره تعمیر و نگهداری نیز می‌پردازیم.

به طور کلی، بحث حاضر از الگوی زیر پیروی می‌کند: شرح انواع هر ماشین؛ بررسی قطعات و لوازم اصلی و ضروری هر ماشین و کارکردهای آنها؛ مرور عملیات و فرایندهایی که با استفاده از هر ماشین انجام می‌شود.

ماشین سنگ دستی

سنگ زدن ابزارها، در تولید انبوه قطعات دقیق، بسیار مهم است، زیرا دقت هر قطعه تا حدودی به ابزاری بستگی دارد که قطعه را با آن می‌سازند.

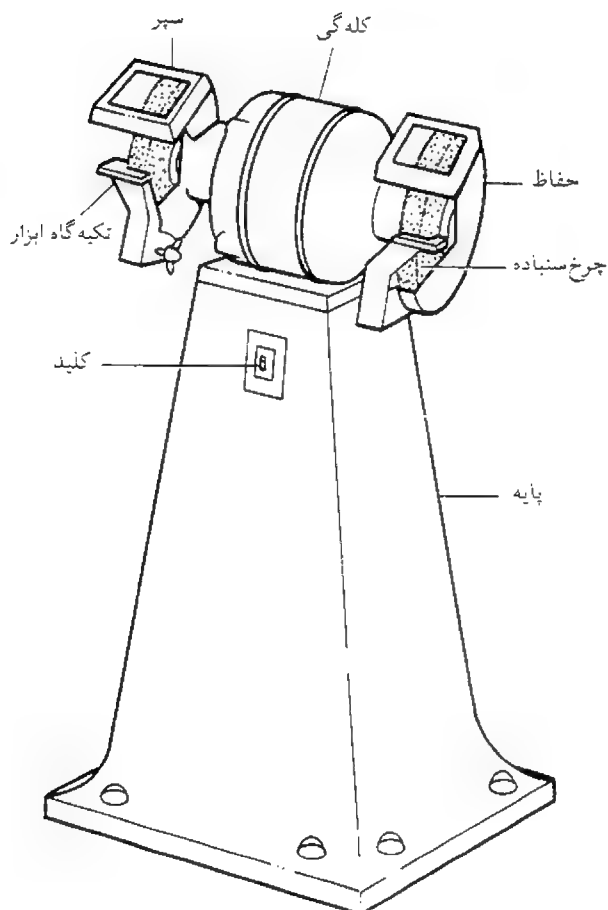
سنگ زدن ابزار یا ابزار تیزکنی، از حرفه‌های تخصصی در صنعت فلزکاری است. ابزارهایی که برای تولید به کار می‌روند در بخش مخصوصی تیز می‌شوند که ماشینهای آن بخش به همین منظور طراحی شده‌اند و برای کارهای عمومی از آنها استفاده نمی‌شود.

از ماشین سنگ دستی برای تیز کردن ابزارهای تکی

مانند سنبه مرکز نشان، سوزن خط کش، قلم، شابر، مته و قلم تراشکاری استفاده می‌شود.

انواع ماشین سنگ دستی

ماشینهای سنگ دستی به سه نوع عمده تقسیم می‌شوند. سنگ پایه دار (شکل ۱-۱۳) یک پایه چدنی سنگین دارد که کله‌گیهای سنگ زنی روی آن نصب شده‌اند. سنگ رومیزی



شکل ۱-۱۳ سنگ پایه دار.

فاصله بین تکیه‌گاه و چرخ‌سنباده باید معمولاً کم باشد (در حدود ۲mm) تا ابزار بین چرخ و تکیه‌گاه گیر نیفتد. حفاظ چرخ را روی چرخ‌سنباده نصب می‌کنند تا کاربر صدمه نبیند. بعضی از ماشینها سپر شیشه‌ای یا پلاستیکی دارند که مانع پريدن جرقه به داخل چشم کاربر می‌شوند.

چرخ‌سنباده

چرخ‌سنباده از ابزارهای فلزتراشی است، زیرا کار آن براده‌برداری تلقی می‌شود.

چرخ‌سنباده از ذرات مواد ساینده، مانند اکسید آلومینیم یا کاربید سیلیسیم تشکیل می‌شود که به وسیله عامل متصل‌کننده‌ای به نام زمینه به هم چسبانده می‌شوند. ذرات ساینده را دانه می‌نامند؛ این دانه‌ها را با استفاده از سرند دانه‌بندی می‌کنند.

ذرات ساینده بر دو نوع اند: طبیعی و مصنوعی. سناده (با خلوص ۶۵ درصد)، یکی از ساینده‌های طبیعی است. سناده از بلورهای اکسید آلومینیم تشکیل می‌شود که در زمینه‌ای از اکسید آهن قرار دارند. کروندوم (با خلوص ۹۰ درصد) یکی دیگر از ساینده‌های طبیعی است که از اکسیدهای آلومینیم حاوی مقادیر متغیری ناخالصیهای دیگر تشکیل می‌شود. ساینده‌های مصنوعی متداول عبارت‌اند از کاربید سیلیسیم و اکسید آلومینیم. کاربید سیلیسیم ترکیب شیمیایی کربن و سیلیسیم است و برای سنگ زدن موادی به کار می‌رود که مقاومت آنها در برابر سایش کم است. اکسید آلومینیم، آلومین گداخته است و برای سنگ زدن فولاد به کار می‌رود.

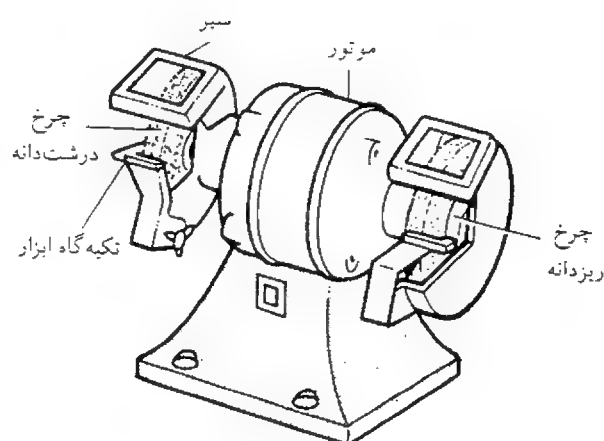
برای چسباندن دانه‌های ساینده به یکدیگر، از مواد و فرایندهای مختلفی استفاده می‌شود، اما بیشتر چرخ‌سنباده‌ها را با چسبهای شیشه‌ای می‌سازند. این چسبها از انواع مختلف خاک چینی تشکیل می‌شوند که پخته و سخت شده‌اند. انواع دیگر چسب عبارت‌اند از:

(شکل ۱۳-۲) پایه کوچکتر و سبکتری دارد که کله‌گیهای سنگ‌زنی روی آن نصب شده‌اند و این پایه غالباً روی میز کار یا پایه دیگری نصب می‌شود. سنگ مرکب می‌تواند پایه داشته باشد یا روی میز کار نصب شود. بر یک سر محور این سنگ کله‌گی صیقل‌کاری و بر سر دیگر آن چرخ‌سنباده برای سنگ‌زنی نصب شده است. هر سه نوع سنگ دستی اجزای مشابهی به شرح زیر دارند:

پایه از چدن ساخته می‌شود و آن را با پیچ مهره به میز کار یا به پایه دیگری که به همین منظور طراحی شده است می‌بندند. سنگ پایه‌دار پایه چدنی بسیار سنگینی دارد. کله‌گی سنگ‌زنی بخش بالایی دستگاه است که محور در آن قرار گرفته است؛ در سنگ پایه‌دار، این کله‌گی روی پایه سنگ نصب می‌شود. در سنگ رومیزی، کله‌گی سنگ‌زنی با پوسته‌ای که موتور و محور سنگ در آن قرار گرفته‌اند، یکپارچه است.

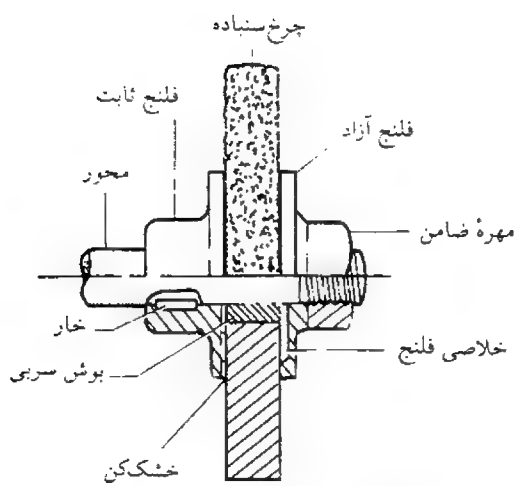
محور حامل چرخ‌سنباده است و موتوری، به واسطه تسمه، آن را به چرخش در می‌آورد. در سنگ رومیزی، محور مستقیماً به موتور متصل است. چرخ‌سنباده‌ها، که به دو سر محور متصل‌اند، عمل سنگ‌زنی را انجام می‌دهند. غالباً یک چرخ دانه‌های درشت‌تر دارد و دانه‌های ساینده چرخ دیگر ریزتر است. بنابراین هر دو نوع سطح زبر و صاف را می‌توان روی یک ماشین ایجاد کرد.

تکیه‌گاه ابزار، که در جلو هر یک از چرخها تعبیه شده است، نقطه اتکای ابزاری است که سنگ زده می‌شود.



شکل ۱۳-۲ سنگ رومیزی

۱. چسبهای سیلیکاتی، که در آنها سیلیکات سدیم (آب



شکل ۱۳-۳ نحوه نصب چرخ سنباده.

۱. چرخ سنباده را بین دو فلنج راهنما بگیرید.
 ۲. در هر طرف چرخ یک واشر کاغذی قرار دهید که قطر آن کمی از قطر فلنج بیشتر باشد.
 ۳. با استفاده از مهره، چرخ را بین فلنجهای ببندید.
- سطوح داخلی فلنجهای تورفته است تا فشار در ناحیه‌ای هر چه دورتر از مرکز چرخ، بر آن وارد شود.

در هنگام سنگ زدن مواد نرمی مانند آلومینیم و برنج باید مراقب باشید که چرخ سنباده زمینه باز داشته باشد. اگر از چرخ سنباده مناسب استفاده نکنید، به سرعت پر می‌شود و دیگر نمی‌تواند براده برداری کند.

وقتی چرخ سنباده پر، یا به طور غیریکتواخت ساییده شود، باید آن را تیز کرد تا لبه‌های برنده جدیدی ایجاد شود. برای تیز کردن چرخ سنباده می‌توان تیزکن الماسی یا چرخ تیزکن الماسی را عمود بر چرخ سنباده در حال چرخش گرفت تا تیز شود.

دریل

یکی از روشهای متداول اتصال قطعات فلزی، جازدن آنهاست. برای جازدن یک قطعه در دیگری، باید سوراخ یا سوراخهایی در یکی از قطعات ایجاد کرد و قطعه دیگر را در

شیشه) همراه با اکسید روی به کار می‌رود.

۲. چسبهای لاستیکی، که از لاستیک و لکانیده تشکیل می‌شوند و به چرخ سنباده خاصیت برجهنگی می‌دهند.
۳. چسبهای رزینی مصنوعی، که در آنها از باکلیت استفاده می‌شود. کاربرد اصلی این نوع چسب در چرخهای معروف به «چرخ انعطاف‌پذیر» است.

چرخ سنباده‌هایی که روی ماشین سنگ دستی نصب می‌شوند با استفاده از دانه‌های کاربید سیلیسیم یا اکسید آلومینیم و نوعی چسب شیشه‌ای ساخته می‌شوند. برای تیز کردن ابزارهایی که نوکی از جنس کاربید تنگستن یا فولاد آلیاژی سخت دارند، از چرخ سنباده‌های مخصوص ساخته شده از کاربید سیلیسیم استفاده می‌شود. رنگ این چرخها سبز است و به آسانی می‌شکنند.

اصل کلی این است که برای سنگ زدن مواد سخت باید از چرخ سنباده نرم استفاده کرد و برعکس.

سختی چرخ سنباده را با درجه معین می‌کنند. درجه چرخ سنباده به سختی یا اندازه دانه‌های آن اشاره نمی‌کند، بلکه استحکام ماده‌ای مورد نظر است که این دانه‌ها را به هم چسبانده است. یعنی ممکن است چرخ سنباده‌ای نرم نامیده شود، اما از دانه‌های ساینده بسیار سخت تشکیل شده باشد. انواع مختلف چرخ سنباده ساخته می‌شود که در آنها مقدار و استحکام ماده چسباننده متغیر است.

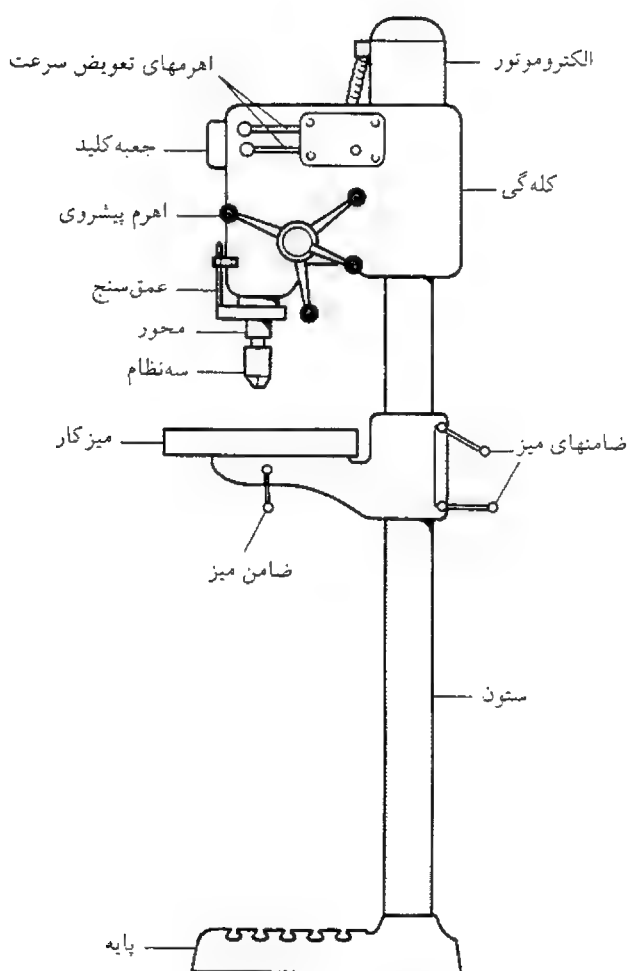
عمل چرخ سنباده شبیه عمل ابزارهای فلزتراشی است. چرخ سنباده لبه‌های برنده متعددی دارد که به وسیله دانه‌های کوچک سخت ایجاد می‌شوند و همواره باید تیز بمانند. بنابراین باید در حین پیشروی عملیات سنگ زدن و ساییده شدن دانه‌های ساینده، این دانه‌ها از چرخ سنباده جدا شوند و لبه‌های برنده جدیدی پدیدار شود.

در شکل ۱۳-۳ نحوه نصب چرخ سنباده نشان داده شده است. در مرکز همه چرخ سنباده‌ها یک بوش فلزی تعبیه شده است. قطر داخلی این بوش باید کمی بیشتر از قطر محور ماشین باشد. در هنگام نصب چرخ سنباده:

کله‌گی بخشی بالایی ماشین است که روی ستون قرار دارد و فلک‌ها و تسمه در آن تعبیه شده‌اند.

دریل دو فلک‌ه دارد: یکی روی الکتروموتور نصب می‌شود و دیگری به محور دریل متصل است. این دو فلک‌ه به وسیله تسمه جناغی به هم متصل می‌شوند. هر فلک‌ه معمولاً چهار پله (با قطرهای مختلف) دارد. برای ثابت نگه داشتن فاصله بین پله‌ها، و بنابراین تعویض آسانتر محل تسمه برای تغییر سرعت، فلک‌ها را به ترتیب مخالف نصب می‌کنند. فلک‌های که روی محور الکتروموتور نصب می‌شود، طوری قرار می‌گیرد که کوچکترین پله آن پایین و بزرگترین پله آن بالا باشد. اما در فلک‌های که روی محور دریل نصب می‌شود، کوچکترین پله در پایین و بزرگترین پله در بالاست (شکل ۱۳-۷).

تسمه جناغی فلک‌ه موتور و فلک‌ه محور را به هم متصل



شکل ۱۳-۵ دریل ستونی.

این سوراخ‌ها جا زد تا مجموعه‌ای تشکیل شود. فرایند ایجاد سوراخ را سوراخکاری، ماشین مورد استفاده برای این عمل را دریل و ابزار سوراخکاری را مته می‌نامند.

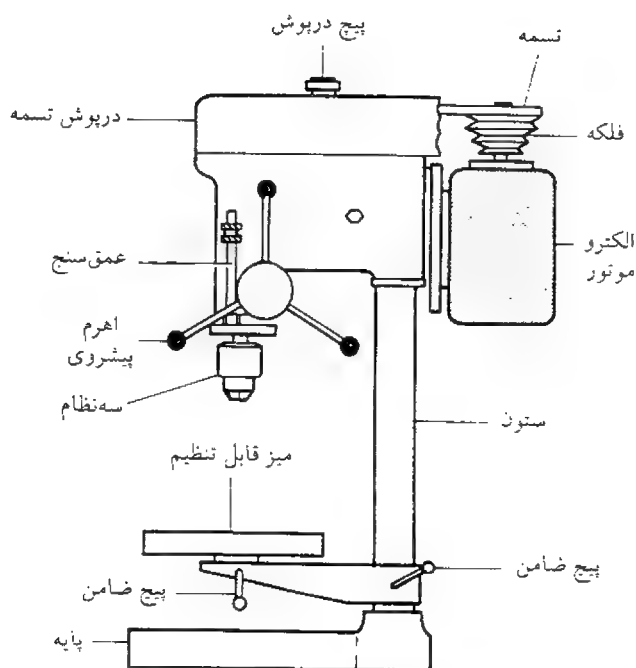
انواع دریل

انواع دریل که در کارگاه‌های آموزشی نصب می‌شود عبارت‌اند از دریل رومیزی (شکل ۱۳-۴) و دریل ستونی (شکل ۱۳-۵). اجزای این دو نوع دریل مشابه‌اند، با این تفاوت که دریل ستونی، پایه‌ای بلندتر و محکم‌تر به شکل ستون دارد و روی کف کارگاه نصب می‌شود. در شکل ۱۳-۶ عملیات سوراخکاری نشان داده شده است.

نوع دیگری دریل، به نام دریل رادیال نیز وجود دارد؛ این نوع دریل بازویی شعاعی دارد که کله‌گی ماشین روی آن نصب می‌شود و در امتداد آن حرکت می‌کند. این نوع دریل معمولاً در کارگاه‌های آموزشی یافت نمی‌شود.

اجزای دریل

اجزای اصلی دریل در هر دو نوع ستونی و رومیزی مشابه است.



شکل ۱۳-۴ دریل رومیزی.

پیچ به میز کار، یا اگر دریل ستونی باشد، به کف کارگاه می‌بندند. در پایه دریل شیارهایی تعبیه شده است که می‌توان قطعه کارهای بزرگ را روی آن بست.

سه‌نظام روی دماغه محور نصب می‌شود و مته را می‌گیرد. میز دریل از چدن ساخته شده است و روی ستون نصب می‌شود. میز را می‌توان در هر وضعیتی روی ستون دریل تنظیم و با پیچ ثابت کرد. این میز هم شیارهایی دارد و می‌توان قطعه کار یا گیره را با پیچ به آن بست، به ویژه وقتی از مته‌ای بزرگ استفاده می‌شود.

از اهرم پیشروی برای پایین آوردن محور و پیشروی مته در داخل قطعه کار استفاده می‌شود. این اهرم به وسیله مکانیسم میل‌دنده و پیستون کنترل می‌شود.

از عمق‌سنج هنگامی استفاده می‌شود که ایجاد سوراخ کور با عمق معین مورد نظر باشد. برای تنظیم عمق مورد نظر، باید مته را پایین آورد تا با سطح قطعه کار تماس پیدا کند؛ سپس باید مهره را روی درجه (عمق) مورد نظر تنظیم و با مهره قفلی قفل کرد. این عمل را باید پیش از شروع سوراخکاری انجام داد.

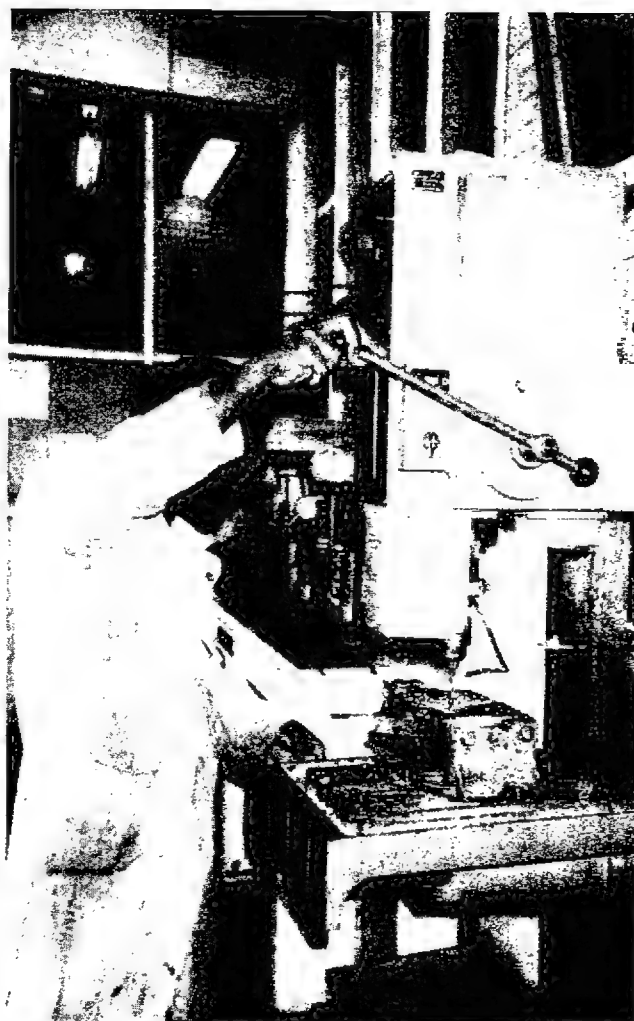
انواع مته

مته در انواع مختلف ساخته می‌شود و هر نوع برای عملیات سوراخکاری متفاوتی طراحی شده است (شکل ۱۳-۸).

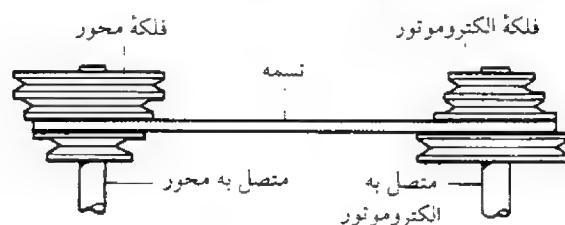
مته تخت

در کارگاههای آموزشی به ندرت از این نوع مته استفاده می‌شود، اما باید با آن آشنا شوید زیرا، در صورت نیاز، می‌توانید آن را در کارگاه بسازید. این نوع مته را معمولاً از فولاد پرکربن یا میل نقره‌ای می‌سازند. لبه برنده را با چکش شکل می‌دهند و در صورت نیاز آن را آب می‌دهند و بازیخت می‌کنند.

از مته تخت برای صاف کردن کف سوراخهایی که با مته‌مارپیچ ایجاد شده‌اند، استفاده می‌شود. کاربردهای دیگر آن در سوراخکاری ورق نازک و سوراخکاری مواد سخت است.



شکل ۱۳-۶ انجام عملیات سوراخکاری.



شکل ۱۳-۷ ترتیب نصب فلکه‌ها.

می‌کند. این تسمه حرکت را از الکتروموتور به محور محرک ماشین انتقال می‌دهد. محور ماشین محوری است که فلکه متحرک به آن متصل می‌شود. در سر این محور سوراخی مخروطی تعبیه شده است که سه‌نظام یا بوشی مخروطی را در خود جای می‌دهد.

ستون تکیه‌گاه کله‌گی ماشین است. پایه را معمولاً از چدن می‌ریزند. پایه تکیه‌گاه ستون و کله‌گی است. پایه دریل را با

وقتی می خواهید سر محور را مته مرگک بزنید، باید ابتدا آن را کاملاً صاف بتراشید، زیرا وجود ناهمواری روی سطح محور ممکن است سبب لغزیدن نوک مته و شکستن آن شود.

مته باید سفت بسته شده باشد، زیرا مته شل ممکن است جابه جا شود و احتمالاً بشکند.

مته خزینه

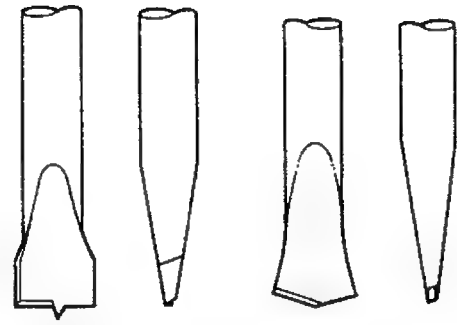
از این نوع مته برای ایجاد پخ داخلی در لبه سوراخ، که خزینه نام دارد، استفاده می کنند. هدف از خزینه کاری لبه سوراخ، تعبیه جایی برای نشستن گِل پیچ یا پرچ است، به طوری که نسبت به سطح قطعه برجسته نباشد. مته خزینه پخی با زاویه 60° یا 90° ایجاد می کند.

مته خزینه بر دو نوع است. مته خزینه مخروطی را غالباً از فولاد پرکین می سازند. این نوع مته بیشتر برای سوراخکاری مواد نرم، مانند چوب، با استفاده از دریل دستی به کار می رود. مته خزینه ماشینی را از فولاد تندبر می سازند و بنابراین برای سوراخکاری مواد سختی مانند فولاد مناسب است. این نوع مته بیشتر روی دریل ماشین تراش بسته می شود.

در هنگام استفاده از مته خزینه دقت کنید؛ تیز کردن این نوع مته، اگر غیرممکن نباشد، بسیار دشوار است.

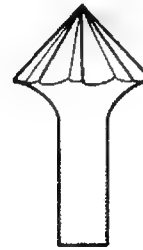
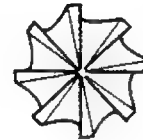
مته خزینه استوانه ای

از این نوع مته نیز، مانند مته خزینه، فقط برای کار روی سوراخهایی که قبلاً ایجاد شده اند استفاده می شود. از این مته بیشتر برای گشاد کردن دهانه سوراخ، تا عمقی معین، استفاده می شود تا بتواند گِل پیچ سراسر استوانه ای را در خود جای دهد. برای پیشانی تراشی موضعی و ایجاد سطحی سخت یا سطحی مناسب برای نشستن واشر یا مهره نیز از این نوع مته استفاده می شود.



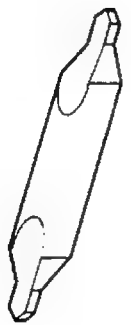
مته ته تخت

مته تخت



مته خزینه ماشینی

مته خزینه مخروطی



مته مرگک



مته خزینه استوانه ای

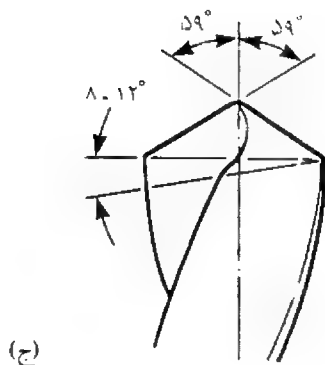
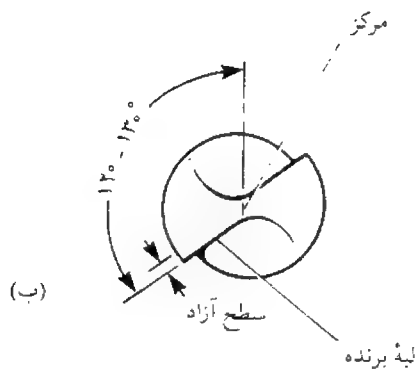
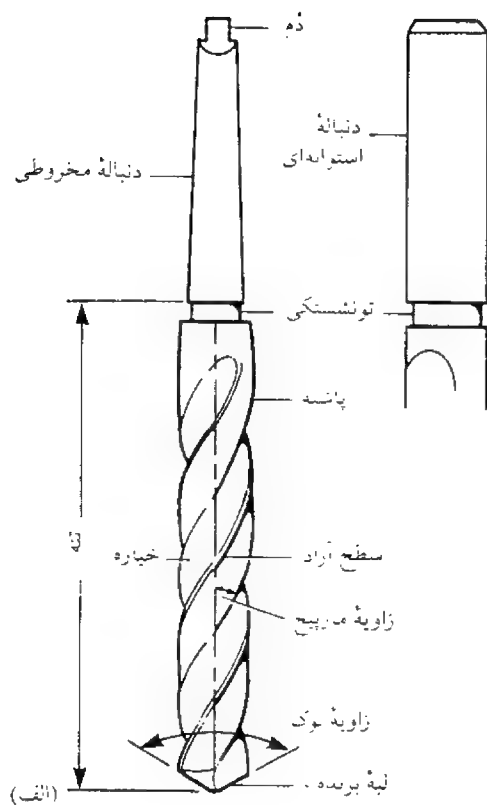


مته راست شکل ۸-۱۳ انواع مته.

مته مرگک

این نوع مته ویژگیهای مته ماریچ و مته خزینه را با هم دارد و به همین سبب آن را مته مرکب نیز می نامند. از این نوع مته عمدتاً برای سوراخکاری سر محورها و آماده کردن آنها به منظور نصب بین مرگکهای ماشین تراش، یا تعیین محل سوراخکاری روی ماشین تراش استفاده می شود.

پیشروی را باید ابتدا آهسته شروع کرد تا نوک مته نشکند.



شکل ۹-۱۳ مته ماریج: الف) بخشهای مختلف مته؛ ب) زاویه نوک مته؛ ج) خلاص لبه برنده.

دقت کنید که خزینته‌ای که ایجاد می‌کنید با سوراخ اولیه هم‌مرکز باشد.

مته راست

این نوع مته، به جای خیاره‌های ماریجی، خیاره‌های راست دارد. مته راست برای سوراخکاری موادی مانند برنج، که سوفاله‌های کوتاه تولید می‌کنند، مناسب است. چون خیاره‌های این مته مستقیم‌اند و بنابراین زاویه براده مته صفر است، نمی‌تواند سوفاله را از سوراخ بیرون براند و باید آن را مکرراً از سوراخ بیرون کشید، به ویژه اگر عمق سوراخ زیاد باشد.

مته ماریج

این مته پرمصرفترین مته است و از بخشهای زیر تشکیل می‌شود (شکل ۹-۱۳).

دم، قسمت تحت انتهای دنباله مخروطی مته است که در قسمت تحت دماغه محور دریل یا غلافی مخروطی جای می‌گیرد و مانع چرخیدن مته در سه‌نظام می‌شود. با استفاده از دم مته، می‌توان به کمک سنبه، مته را از محور جدا کرد. دنباله، بخشی از مته است که در بالای قسمت خیاره‌دار قرار دارد و در سه‌نظام، غلاف مخروطی یا دماغه محور جای می‌گیرد. دنباله مته را به دو شکل می‌سازند: دنباله استوانه‌ای، که به سه‌نظام بسته می‌شود و دنباله مخروطی که مستقیماً به دماغه محور یا به غلافی مخروطی متصل می‌شود.

تنه مته، بخشی از مته است که بین نوک و دنباله قرار دارد و خیاره‌ها روی آن تعبیه شده‌اند. این ناحیه از سمت نوک به طرف دنباله شیب دارد تا در هنگام ایجاد سوراخی عمیق، آزادی لازم تأمین شود. خیاره‌ها شیارهای ماریجی روی تنه مته‌اند که زاویه براده را تأمین می‌کنند. به سبب وجود همین خیاره‌هاست که براده و سوفاله از سوراخ بیرون می‌آید. آب‌صابون نیز از طریق همین سوراخها به لبه‌های برنده می‌رسد. سطح آزاد بخش باریک و براقی است که در امتداد خیاره‌ها مشاهده می‌شود. این سطح از محیط سوراخ فلزبرداری می‌کند. پاشنه ناحیه پشت سطح آزاد است و آن را طوری

مته برای سوراخکاری آلیاژهایی مانند برنج و برنز استفاده می شود که سوفا له های کوتا هتر ایجاد می کنند.

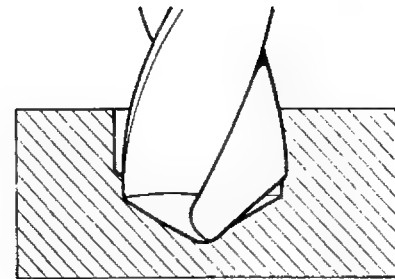
سنگ زدن صحیح مته اهمیت دارد. اگر مته درست سنگ نخورده باشد، سوراخهای ایجاد شده دقیق نخواهند بود (شکل ۱۳-۱۰).

در هنگام سنگ زدن مته باید نکات زیر را رعایت کنید:

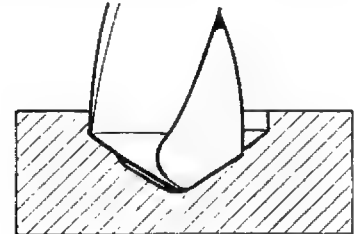
۱. زاویه نوک مته را 118° بگیرید.
۲. آزادی نوک مته باید با اندازه آن متناسب باشد: هرچه قطر مته کمتر باشد، زاویه آزادی باید بزرگتر باشد. زاویه آزادی میانگین بین 10° تا 12° است.
۳. زوایای دو لبه برنده باید برابر باشند.
۴. طول دو لبه باید برابر باشد.

روش سوراخکاری

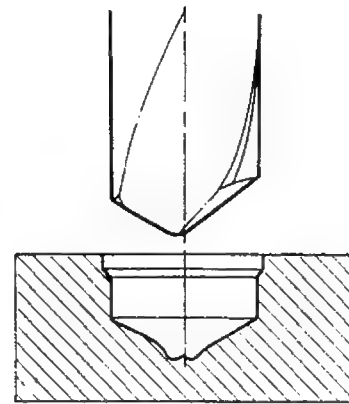
۱. ابتدا محل سوراخ را با سنبه نشان مشخص کنید.
۲. مته ای با اندازه مناسب انتخاب کنید و آن را به سه نظام یا محور دریل ببندید.
۳. سرعت محور را، متناسب با مته ای که به آن بسته اید، تنظیم کنید.
۴. قطعه کار را محکم به گیره ببندید؛ در صورت لزوم از پیچ مهره استفاده کنید.
۵. اگر سوراخ کور ایجاد می کنید، عمق آن را تنظیم کنید.
۶. گیره و قطعه کار را محکم با یک دست بگیرید.
۷. دریل را روشن کنید و مته را به تدریج و به طور یکنواخت، با فشار ثابت، به داخل قطعه کار پیش برانید.



(الف)



(ب)



(ج)

شکل ۱۳-۱۰ نتیجه سنگ زدن نادرست مته مارپیچ: (الف) نامساوی بودن زوایا؛ (ب) خارج از مرکز بودن نوک مته؛ (ج) نامساوی بودن زوایا و خارج از مرکز بودن نوک مته.

سنگ می زند که تنه مته آزادی داشته باشد. جان، ناحیه بین خیاره ها است. ضخامت آن از نوک مته، به طرف دنباله، افزایش پیدا می کند و بر استحکام مته می افزاید. جان مته، لبه ای شبیه اسکنه در نوک سنگ زده مته ایجاد می کند و سوراخکاری از همین لبه آغاز می شود.

لبه های مته را باید سنگ زد تا طول آنها مساوی شود، وگرنه سوراخ معیوبی ایجاد می شود. زاویه مارپیچ، زاویه ای است که خیاره ها با محور مته می سازند. زاویه براده، در مته هایی که مارپیچ تند دارند، بزرگتر است؛ این نوع مته برای سوراخکاری مواد نرم، مانند آلومینیم مناسب است. زاویه براده، در مته هایی با مارپیچ کند، کوچکتر است؛ از این نوع

- سعی نکنید محور دریل را با دست متوقف کنید. ▲
- سوفا له را با دست جمع نکنید.
- در هنگام سوراخکاری لباس گشاد نپوشید.
- در هنگام سوراخکاری از لباس محافظ مناسب، همراه با عینک ایمنی، استفاده کنید.

پس دستگاه روی آن تعبیه شود. کشوی ماشین تراش می تواند صاف، جناغی یا تلفیقی از این دو باشد (شکل ۱۳-۱۳). در هر دو نوع، پس دستگاه روی یک جفت از سطوح می لغزد و حماله روی جفت دیگر. بدین ترتیب هیچ ناحیه ای از بستر ماشین تراش بی جهت ساییده نمی شود. بستر ماشین تراش را با دنده های قطری تقویت می کنند تا صلیبیت آن حداکثر شود و از تابیدن آن و اثر سایر تنشها جلوگیری به عمل آید.

پیش دستگاه شامل همه چرخدنده ها و مکانیسمهای ضروری برای استفاده از دورهای مختلف است. پیش دستگاه را همواره در سر سمت چپ بستر نصب می کنند. پیش دستگاه از چدن ساخته می شود و حاوی محور ماشین است که سه نظام و صفحه نظام روی آن پیچ می شوند. پس دستگاه بخشی از ماشین تراش است که در سر سمت راست بستر قرار می گیرد و در هنگامی که قطعه کار بین دو مرغک می چرخد، تکیه گاه آن است. مته، برقو و غیره را نیز به پس دستگاه می بندند. پس دستگاه پیشروی این ابزارها را تأمین می کند. بدنه پس دستگاه ریختگی است و کف آن را ماشینکاری می کنند تا روی کشوهای بستر ماشین تراش حرکت کند و به هر نقطه بستر برود. در ناحیه جلو پس دستگاه سوراخی مخروطی وجود دارد که مرغک،

۸. در صورت لزوم از آب صابون استفاده کنید.

۹. وقتی مته از ته سوراخ بیرون آمد، دیگر به اهرم فشار نیاورید.

۱۰. دریل را خاموش و قطعه کار را از گیره باز کنید.

۱۱. میز دریل را تمیز کنید.

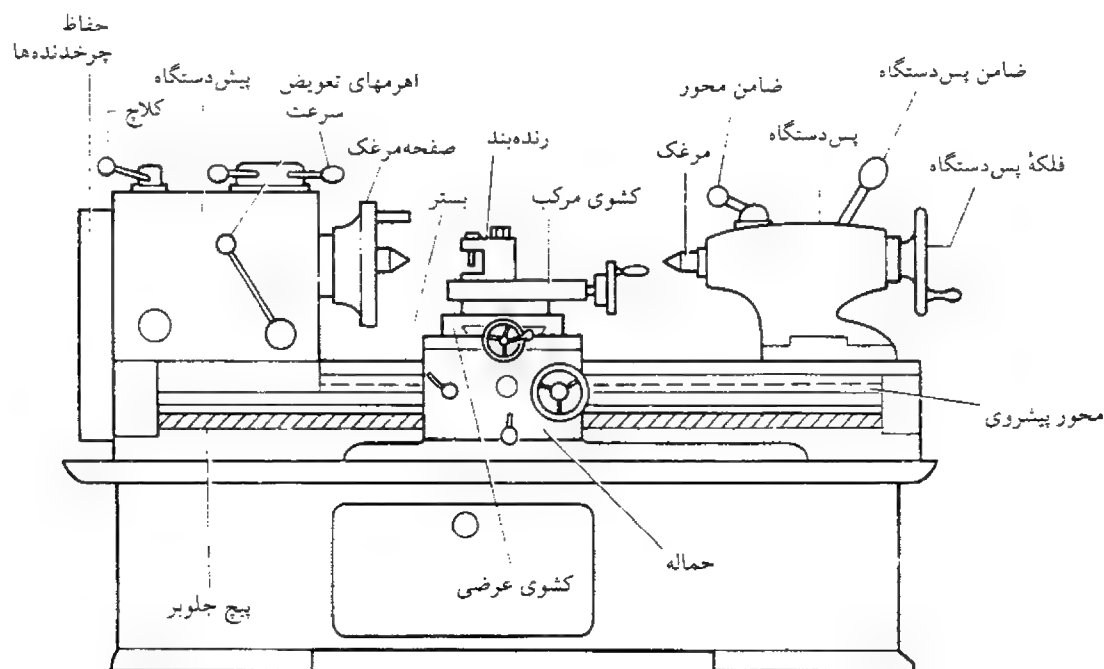
ماشین تراش

در میان ماشین ابزارهایی که در کارگاه فلزکاری به کار می آید، ماشین تراش (شکلهای ۱۱-۱۳ و ۱۲-۱۳) از همه قدیمتر و مفیدتر است.

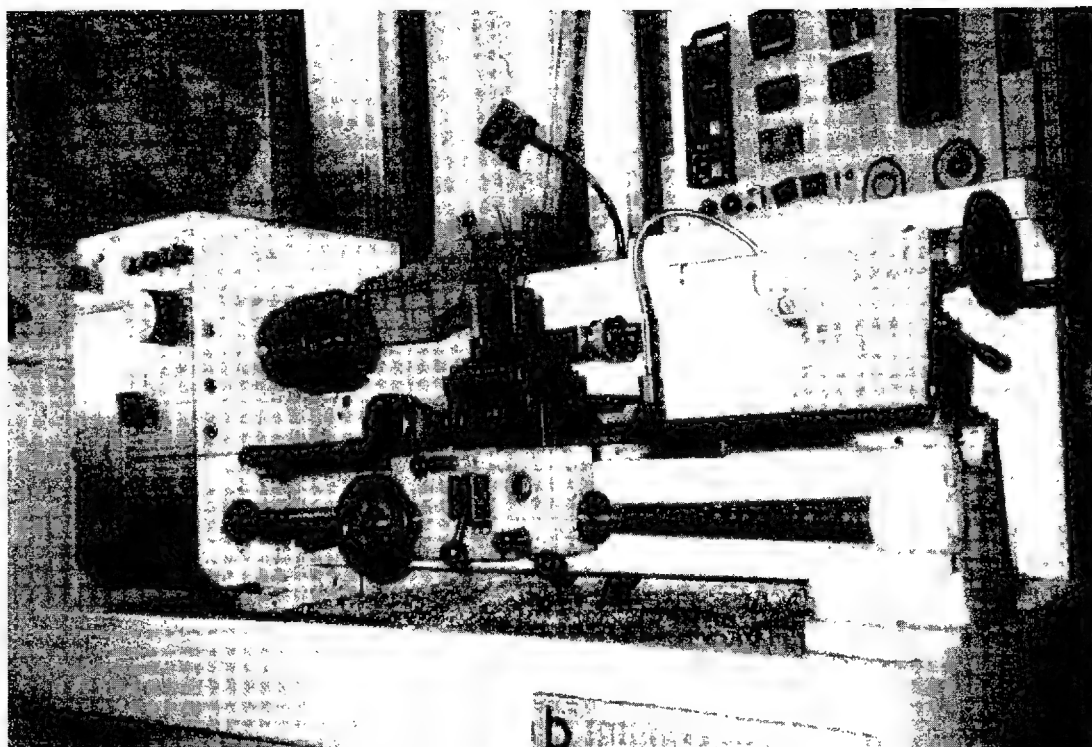
ماشین تراش را غالباً «پدر همه ماشین ابزارها» می نامند. هنری مادزلی در تکمیل ماشین تراش نقش ارزنده ای داشته است و از این بابت مدیون او هستیم.

اجزای اصلی ماشین تراش

بستر ماشین تراش قاب سنگینی از چدن مرغوب است. بستر ماشین تراش سازه اصلی این ماشین است و پیش دستگاه روی آن نصب می شود. سطح بستر را ماشینکاری می کنند تا کشوها یا راههایی برای حرکت حماله (سوپورت) و



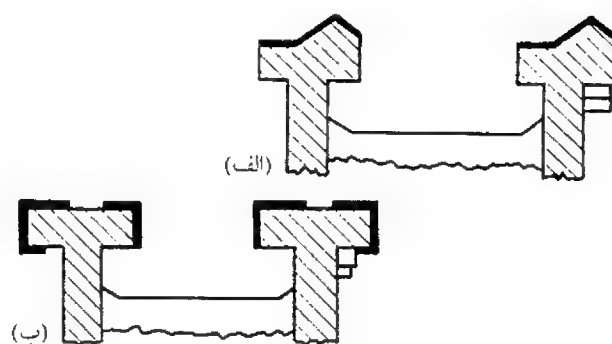
شکل ۱۱-۱۳ اجزای ماشین تراش.



شکل ۱۲-۱۳ ماشین تراش معمولی.

بلغزد و جابه‌جا شود. سطح بالایی حماله را ماشینکاری می‌کنند تا سطحی مناسب برای کشوی عرضی ایجاد شود. قوطی به قسمت جلو حماله متصل می‌شود و حاوی مکانیسمهای محرک صفحه رنده‌بند و کشوی عرضی است. مجموعه حماله و قوطی را غالباً صفحه رنده‌بند می‌نامند. این صفحه، با چرخاندن فلکه دستی، در طول بستر حرکت می‌کند. با استفاده از مکانیسمی خودکار نیز می‌توان آن را به حرکت درآورد.

کشوی عرضی جزئی از ماشین تراش است که روی حماله نصب می‌شود و در امتداد عمود بر بستر ماشین حرکت می‌کند. کشوی عرضی به وسیله پیچ و مهره‌ای چپگرد جابه‌جا می‌شود. برای به حرکت درآوردن کشوی عرضی می‌توان از فلکه دستی یا مکانیسم خودکار استفاده کرد. از کشوی عرضی معمولاً برای پیشروی و پیشانی‌تراشی استفاده می‌شود. کشوی مرکب روی کشوی عرضی سوار می‌شود و می‌توان آن را با هر زاویه‌ای، نسبت به کشوی عرضی، تنظیم کرد. بدین ترتیب می‌توان قلم را در امتدادهایی غیر از آنها که حماله و کشوی عرضی امکانپذیر



شکل ۱۳-۱۴ انواع بستر ماشین تراش: (الف) بستر با مقطع جناغی (ب) بستر با مقطع تخت.

غلاف مخروطی و تنه مخروطی مته در آن جای می‌گیرد؛ پس‌دستگاه به وسیله فلکه‌ای که در انتهای آن تعبیه شده است به حرکت در می‌آید. به منظور تنظیم مرغک پس‌دستگاه، برای مخروط‌تراشی، اسبابی برای تنظیم در نظر گرفته شده است. در وضعیت عادی، مرغک پس‌دستگاه با مرغک پیش‌دستگاه همراستا است.

حماله (سوپورت) قطعه‌ای ریختگی و تخت است که کف آن را ماشینکاری کرده‌اند تا روی کشوهای بستر ماشین تراش

ملحقات ماشین تراش

ماشین تراش طوری طراحی شده است که بتوان عملیات مختلفی را روی آن انجام داد. برای کمک به انجام این عملیات، ماشین تراش را غالباً به کارگیرهای اضافی، مانند لینت، صفحه مرغک، نوک گیر، صفحه نظام و مرغک مجهز می کنند.

لینت (کمر بند) کارگیری است که روی ماشین تراش نصب می شود تا میله های طویل را نگه دارد و از شکم دادن آنها در حین انجام عملیات روتراشی یا برش جلوگیری کند. لینت بر دو نوع است: متحرک و ثابت. لینت متحرک (شکل ۱۳-۱۴ الف) با پیچ مهره به حماله بسته می شود و در نتیجه با آن به حرکت در می آید و قلم فلز تراشی را دنبال می کند. لینت متحرک دو انگشتی برنزی دارد که درست پشت قلم قرار می گیرند. انگشتیها به وسیله پیچ ضامن در جای خود محکم می شوند. با استفاده از لینت ثابت می توان سر قطعه ای بلند را که سر دیگر آن به سه نظام بسته شده است، نگه داشت (شکل ۱۳-۴ ب)؛ کاربرد دیگر آن به صورت تکیه گاه قطعه ای است که بین دو مرغک بسته شده است، به شرط آنکه مزاحم حرکت قلم نشود.

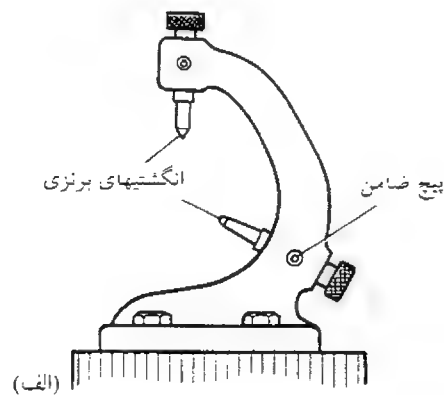
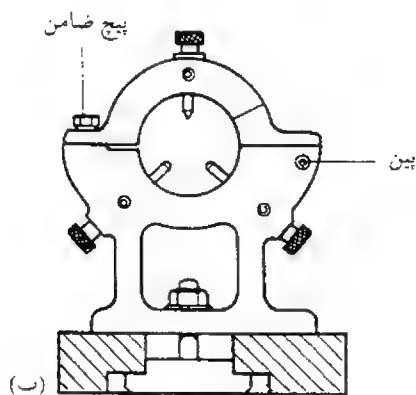
صفحه مرغک وسیله ای است که در هنگام روتراشی بین دو مرغک به کار می آید (شکل ۱۳-۱۵). صفحه مرغک، صفحه ای دایره ای است که در مرکز آن سوراخی رزوه شده تعبیه شده است که روی محور ماشین پیچیده می شود. وقتی صفحه مرغک همراه محور ماشین می چرخد، پین آن با

می کنند، به حرکت در آورد. کشوی مرکب برای روتراشی و تراشیدن مخروطهای کوتاه و پخ زدن به کار می آید.

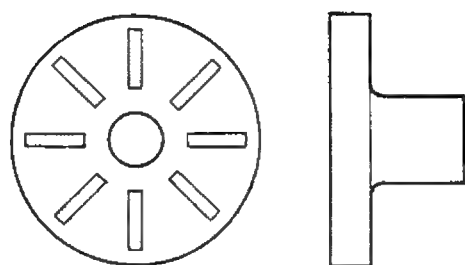
پیچ جلو بر محور بالایی است که در امتداد طولی و در قسمت جلو بستر ماشین تراش نصب می شود. این پیچ رزوه مربعی دارد و برای دادن حرکت طولی خودکار به قلم، در حین پیچ تراشی به کار می رود. محرک پیچ جلو بر جعبه دنده پیچ تراشی است که به پیش دستگاه متصل است. محور پیشروی، محور پایینی است که در امتداد طولی و در قسمت جلو بستر ماشین تراش نصب می شود. وقتی اهرم حرکت عرضی خودکار درگیر شود و محور پیشروی به چرخش درآید، کل حماله به طور خودکار در طول بستر به حرکت در می آید. از این روش غالباً برای انجام عملیات روتراشی، به ویژه وقتی صافی سطح بهتری مورد نظر باشد، استفاده می کنند.

اندازه یا ظرفیت ماشین تراش به وسیله سه عامل اصلی تعیین می شود:

۱. حداکثر قطر قطعه کاری که می توان روی دستگاه روتراشی کرد. این قطر به فاصله بین سطح بستر و مرغکها بستگی دارد.
۲. حداکثر طول قطعه کاری که می توان بین مرغکها بست.
۳. حداکثر فاصله بین سطح بستر و مرغکها در دهانه ماشین تراش، هرگاه از ماشین تراش دهانه دار استفاده می شود.



شکل ۱۳-۱۴ لینتهای ماشین تراش: الف) لینت متحرک؛ ب) لینت ثابت.



شکل ۱۳-۱۷ صفحه نظام.

تعبیه شده است. پیچهایی که قطعه کار را با آنها می بندند، در این شیارها قرار می گیرند. صفحه نظام روی محور ماشین پیچیده می شود و همراه آن می چرخد.

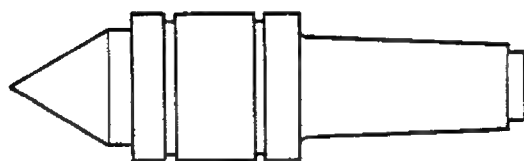
مرغک تکیه گاهی است که سر قطعه کار را نگه می دارد (شکل ۱۳-۱۸). مرغک را معمولاً از فولاد ابزار کربنی می سازند و آن را سخت کاری و بازیخت می کنند. دنباله مرغک مخروطی است و در سوراخ مخروطی پس دستگاه و سوراخ مخروطی محور پیش دستگاه جفت می شود. سر دیگر مرغک که قطعه کار روی آن سوار می شود، مخروطی با زاویه رأس 60° است. برای کارهای سنگین می توان از زاویه 75° یا 90° نیز استفاده کرد.



مرغک کامل

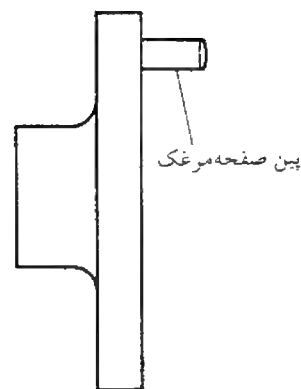


مرغک ناقص



مرغک گردان

شکل ۱۳-۱۸ انواع مرغک.

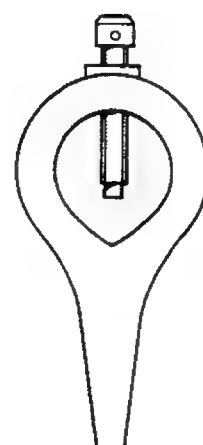


شکل ۱۳-۱۵ صفحه مرغک.

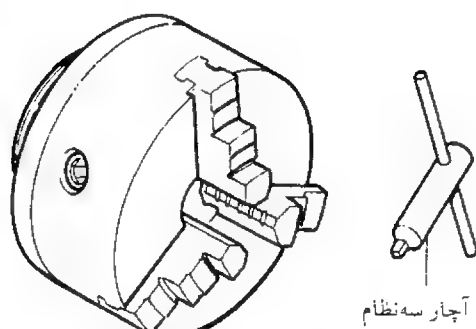
نوک گیر درگیر می شود. قطعه کار با پیچ به نوک گیر بسته شده است؛ در نتیجه پین صفحه مرغک، نوک گیر را همراه با قطعه کار به چرخش در می آورد.

نوک گیر قطعه فلزی آهنگری شده ای است که در بخش بزرگتر آن سوراخی تعبیه شده است که سر قطعه کار در آن قرار می گیرد (شکل ۱۳-۱۶). در همین بخش از گیره سوراخ رزوه شده ای قرار دارد که پیچ ضامن در آن بسته می شود تا قطعه کار را محکم نگه دارد. سر کوچکتر نوک گیر با پین صفحه مرغک می گردد. بعضی از نوک گیرها نوک قلاب داری دارند که با شکاف لبه صفحه مرغک جفت می شود.

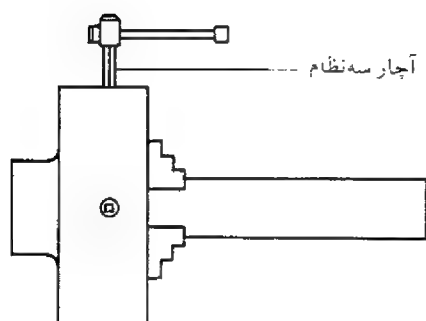
صفحه نظام (شکل ۱۳-۱۷) برای گرفتن قطعاتی با شکل نامنظم به کار می رود. این صفحه به شکل دایره است و سوراخی رزوه شده در مرکز دارد. صفحه نظام شبیه صفحه مرغک است، با این تفاوت که روی آن تعدادی شیار



شکل ۱۳-۱۶ نوک گیر.



شکل ۱۳-۱۹ سه نظام.



شکل ۱۳-۲۰ قطعه کار بسته شده به سه نظام.

استفاده از آچار مخصوص می توان فکهای سه نظام را به هم نزدیک یا از هم دور کرد. فکها با هم حرکت می کنند و بدین ترتیب می توان قطعه کار را به سرعت به سه نظام بست و تنظیم کرد. هر سه نظام غالباً دو دست فک دارد؛ یک دست فک سخت و یک دست فک نرم. فکها پله دارند و از پله ها برای گرفتن قطعات توخالی، مانند لوله، استفاده می شود. فکها شماره دارند و در هنگام تعویض، باید آنها را به ترتیب عوض کرد.

برای بستن قطعه کار به سه نظام (شکل ۱۳-۲۰)، باید مراحل زیر را دنبال کنید:

۱. آچار سه نظام را در یکی از آچارخورها قرار دهید و آن را در جهت خلاف حرکت عقربه های ساعت بچرخانید تا فکها به اندازه ای باز شوند که قطعه در میان آنها جای بگیرد.

۲. قطعه کار را در میان فکها قرار دهید.

۳. آچار سه نظام را در جهت حرکت عقربه های ساعت بچرخانید تا فکهای سه نظام، قطعه را محکم بگیرند.

مرغکی که روی محور ماشین تراش نصب می شود و با آن می چرخد مرغک پیش دستگاه نام دارد. مرغکی که روی پس دستگاه نصب می شود نمی چرخد، ولی قطعه کار روی نوک آن می چرخد. این مرغک را مرغک ثابت می نامند. مرغکی که زاویه رأس آن کامل باشد، مرغک کامل نام دارد. در صورت استفاده از این نوع مرغک نمی توان پیشانی تراشی کامل انجام داد. این مرغک مانع روتراشی قطعات باریک نیز می شود، زیرا هنگامی که قلم خیلی به سر سمت راست قطعه کار نزدیک شود، با مرغک تماس پیدا می کند. مرغک ناقص مرغکی است که بخشی از آن، تقریباً تا نزدیکی نوک مرغک، بریده شده است. این مرغک را به پس دستگاه می بندند تا بتوانند پیشانی تراشی کامل، یا روتراشی تا نزدیکی سر قطعه انجام دهند.

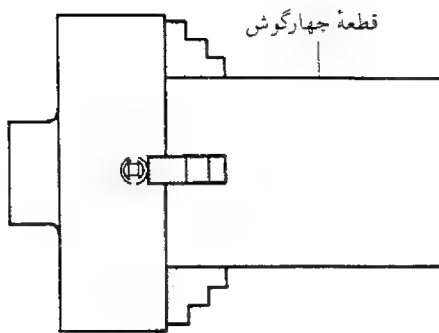
در مرغک گردان، بین نوک و دنباله مرغک، بلبرینگ تعبیه شده است. با نصب این بلبرینگ، نوک مرغک می تواند مستقل از دنباله آن بچرخد. این نوع مرغک را غالباً به پس دستگاه می بندند. مزیت اصلی مرغک گردان آن است که به آسانی ساییده نمی شود. همراه با قطعه کار می چرخد و اصطکاک بین قطعه کار و مرغک کاهش می یابد.

روش بستن قطعه کار به ماشین تراش

گفتیم که ماشین تراش سودمندترین ماشین ابزار است. این گفته به معنای آن است که با استفاده از ماشین تراش می توانید عملیات مختلفی انجام دهید. بنابراین باید برای بستن قطعه کارهای مختلف به ماشین تراش، از روشهای مختلف استفاده کرد، زیرا قطعه کارهای مختلف، شکلها و اندازه های متفاوت دارند. روشهای اصلی بستن قطعه کار به ماشین تراش عبارتند از: بستن قطعه به سه نظام؛ بستن قطعه به چهار نظام؛ بستن قطعه بین دو مرغک؛ استفاده از صفحه نظام؛ استفاده از گیره فشنگی یا کولت و استفاده از میل متحرک.

بستن قطعه کار به سه نظام

سه نظام (شکل ۱۳-۱۹)، نوعی کارگیر با سه فک است. با



شکل ۱۳-۲۲ قطعه کار بسته شده به چهارنظام.

۴. وقتی فکها قطعه را سفت گرفتند، آچار سه‌نظام را بردارید. برداشتن آچار سه‌نظام بسیار مهم است؛ اگر آن را برندارید، وقتی ماشین را روشن کنید و سه‌نظام به چرخش درآید، آچار پرتاب می‌شود و ممکن است به کسی یا چیزی آسیب برساند.

سه‌نظام فقط برای بستن میله‌های گرد و شش‌گوش مناسب است؛ قطعاتی با شکل نامنظم، یا شکل‌های هندسی، مانند میله‌های چهارگوش و هشت‌گوش را نمی‌توان به آن بست.

۲. قطعه کار را در میان فکها قرار دهید و فکها را چنان تنظیم کنید که با آن فقط تماس پیدا کنند.
۳. همراهی یا هم‌مرکزی را با استفاده از سوزن خط‌کش پایه‌دار یا ساعت اندازه‌گیری واریسی کنید.
۴. تنظیمهای ضروری را انجام دهید و سپس چهارنظام را سفت کنید. آچار را از روی چهارنظام بردارید.
۵. ماشین را روشن کنید و عملیات فلزتراشی مورد نظر را انجام دهید.

بستن قطعه کار بین دو مرغک

قطعه کارهایی که طول زیادی از آنها از سه‌نظام بیرون می‌آید، تمایل به نوسان و لنگ زدن دارند و انجام عملیات فلزتراشی روی آنها دشوار است. برای جلوگیری از این مشکل، این قبیل قطعات را بین دو مرغک می‌بندند؛ یکی از مرغکها روی محور پیش‌دستگاه سوار می‌شود و دیگری در پس‌دستگاه قرار می‌گیرد (شکل ۱۳-۲۳).

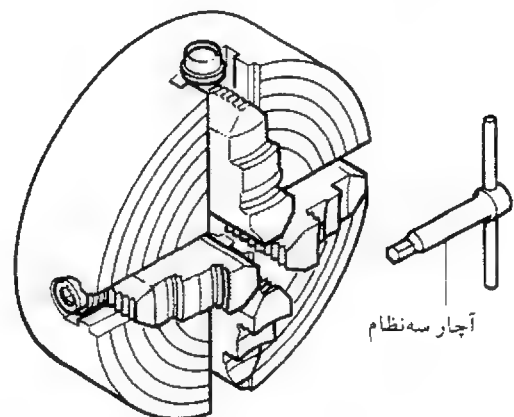
در این روش می‌توان به درجه هم‌مرکزی بالایی دست یافت، به شرط آنکه مرغکها همراه باشند. با استفاده از ساعت اندازه‌گیری و میل متحرک موازی، یا با نزدیک کردن دو مرغک به هم، به طوری که نوکهای آنها با هم تماس پیدا کند، و به کمک پیچ تنظیم پس‌دستگاه، همراهی مرغکها را واریسی کنید. این آزمون را می‌توانید قبل از بستن قطعه کار بین مرغکها، انجام دهید.

برای بستن قطعه کار بین مرغکها، به ترتیب زیر عمل کنید:

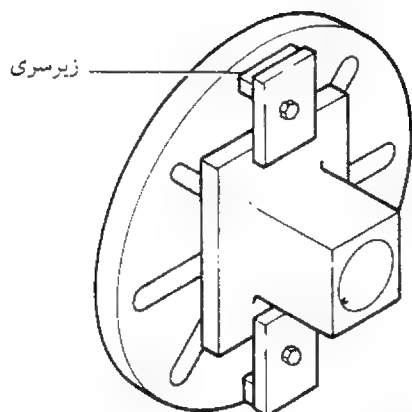
بستن قطعه کار به چهارنظام

چهارنظام (شکل ۱۳-۲۱) نیز مکانیسمی شبیه سه‌نظام دارد، اما فکهای آن مستقل از هم حرکت می‌کنند. بنابراین با استفاده از چهارنظام می‌توان هر شکل قطعه کاری را به ماشین تراش بست (شکل ۱۳-۲۲). با استفاده از چهارنظام، در مقایسه با سه‌نظام، می‌توان به درجه بالایی از هم‌مرکزی دست یافت، اما کار با چهارنظام مستلزم مهارت بیشتری است و تنظیم کردن قطعه روی آن، بیشتر وقت می‌گیرد. برای بستن قطعه کار به چهار نظام به ترتیب زیر عمل کنید:

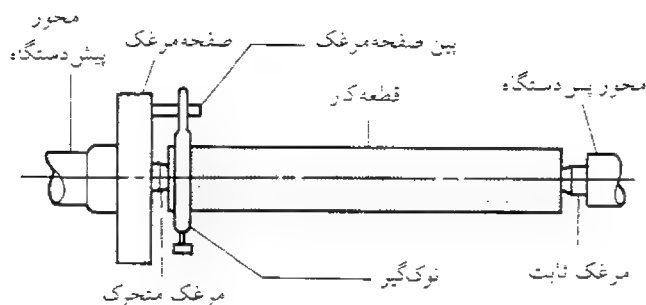
۱. فکهای چهارنظام را، مستقل از هم، به اندازه‌ای باز کنید که قطعه کار در میان آنها جا شود.



شکل ۱۳-۲۱ چهارنظام.



شکل ۱۳-۲۴ قطعه کار بسته شده به صفحه نظام.



شکل ۱۳-۲۳ بستن قطعه کار بین مرگها.

برای بستن قطعه کار به صفحه نظام، به ترتیب زیر عمل کنید:

۱. سه نظام یا چهار نظام را باز کنید و صفحه نظام را به جای آن ببندید.
۲. قطعه کار را روی صفحه نظام قرار دهید و با پیچ مهره یا گیره آن را محکم کنید.
۳. همراستایی و توازن قطعه کار را واریسی کنید.
۴. اگر قطعه کار متوازن نیست، وزنه ای به نقطه ای از آن متصل کنید تا متوازن شود.
۵. قطعه کار را به چرخش در آورید و عملیات فلزکاری مورد نظر را شروع کنید.

استفاده از کولت (گیره فشتگی)

از کولت برای گرفتن قطعه کارها و میله های پرداختکاری شده استفاده می شود. کولت بر دو نوع است: فتری و چندسوراخه.

کولت فتری به صورت دست ساخته می شود و در هر دست تعدادی گیره وجود دارد که گستره کارگیری آنها به حدود ۵۰ میلی متر نامی محدود می شود. نمونه ای از این نوع گیره، کولت با میل پیش بر است که وسیله ای سریع و دقیق برای گرفتن قطعات کوچک مورد استفاده در مدلسازی، ساخت ابزار دقیق و ساعت است. این گیره از فولاد عملیات حرارتی شده ساخته می شود و به شکل پوشی شکاف دار است که می تواند میله های گرد، چهار گوش

۱. هر دو سر قطعه کار را متهمرگ بزنید.
۲. سه نظام را باز کنید و به جای آن صفحه مرگ ببندید.
۳. دو مرگ را سوار کنید؛ یکی در کلاهک مخروطی پیش دستگاه (مرگ متحرک) و دیگری در کلاهک مخروطی پس دستگاه (مرگ ثابت).
۴. همراستایی مرگها را واریسی کنید.
۵. پس از سوار کردن نوک گیر در سری که به مرگ متحرک متصل می شود، قطعه کار را بین دو مرگ قرار دهید. به نوک دو مرگ گریس بمالید.
۶. قطعه کار را به چرخش در آورید تا از تکیه صحیح آن به مرگها مطمئن شوید. تنظیمهای لازم را می توانید با چرخاندن فلکه پس دستگاه، در جهت حرکت عقربه های ساعت یا مخالف آن به ترتیب، برای سفت کردن یا شل کردن، انجام دهید.
۷. کلاهک پس دستگاه را در جای خود ببندید. اکنون می توانید عملیات فلزتراشی را شروع کنید.

اگر طول قطعه کار زیاد است باید از لینت متحرک استفاده کنید تا قطعه شکم ندهد.

بستن کار به صفحه نظام

قطعه کاری که به سبب شکل یا اندازه، نمی توان آن را روی سه نظام یا چهار نظام بست، با پیچ مهره یا گیره روی صفحه نظام بسته می شود. صفحه نظام سطح مرجعی است که قطعه را محکم نگه می دارد (شکل ۱۳-۲۴).

نگه دارد.

۵. ماشین را روشن کنید و عملیات فلزتراشی مورد نظر را انجام دهید.

استفاده از میل متحرک

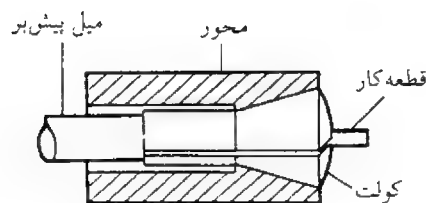
میل متحرک میله گرد و دقیقی از جنس فولاد کربنی است که سختکاری و با شیب بسیار کمی سنگ زده شده است، به طوری که می توان آن را به سوراخی پرداختکاری شده وارد کرد و به آن فشار آورد تا در سوراخ جایگیر شود. دو سر میل متحرک مته مرگ می خورد تا بتوان آن را بین دو مرگ بست (شکل ۱۳-۲۶).

برای استفاده از میل متحرک به ترتیب زیر عمل کنید:

۱. قطعه کار را روی میل متحرک سوار کنید و با فشار آن را جایگیر کنید.
۲. سه نظام را باز کنید.
۳. صفحه مرگ را به جای آن ببندید.
۴. مرگها را در پیش دستگاه و پس دستگاه نصب کنید.
۵. به یک سر میل متحرک، نوک گیر ببندید.
۶. میل متحرک و قطعه کار سوار بر آن را بین مرگها ببندید.
۷. ماشین را روشن کنید و فشار وارد بر مرگها را واری کنید.
۸. عملیات فلزتراشی مورد نظر را انجام دهید.

قلمهای تراشکاری

ابزارهای فلزتراشی مورد استفاده روی انواع ماشینهای



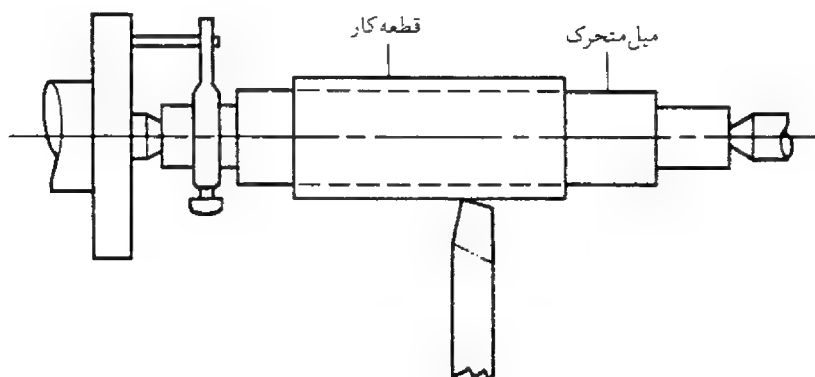
شکل ۱۳-۲۵ قطعه کار بسته شده به کولت.

و شش گوش را بگیرد.

کولت چندکاره از بدنه ای فولادی تشکیل می شود که تعدادی تیغه فنر سوار، با آرایش شعاعی دارد. وقتی کولت به داخل محفظه ای مخروطی رانده می شود، تیغه ها به صورت موازی با هم حرکت می کنند و گستره حرکت آنها از ۳mm بیشتر است. وقتی فشار برداشته شود، فنرها تیغه ها را به جای اول برمی گردانند و آنها را به طرف جلو می رانند؛ در نتیجه قطعه آزاد می شود. بعضی از این نوع کولتها، مانند سه نظام، آچار دارند؛ بعضی دیگر با اهرم یا برق کار می کنند؛ این کولتها را می توان در حین کار ماشین باز کرد یا بست.

در هنگام استفاده از کولت با میل پیش بر (شکل ۱۳-۲۵)، باید به ترتیب زیر عمل کنید:

۱. سه نظام را از پیش دستگاه باز کنید.
۲. میل پیش بر لوله ای را از پشت پیش دستگاه در محفظه محور فرو ببرید و آن را در کولت بپیچید.
۳. قطعه کار را در کولت قرار دهید.
۴. میل پیش بر را بچرخانید تا کولت به داخل کلاهی مخروطی یا دماغه محور کشیده شود و قطعه را سفت



شکل ۱۳-۲۶ استفاده از میل متحرک.

آن دسته از قلمهای تراشکاری که در قلم گیر یا میله داخل تراشی نصب و با پیچ یا بست تنظیم می شوند، قلم تیغچه ای نام دارند. اغلب تیغچه ها را از فولاد تندبر می سازند.

زوایای قلم

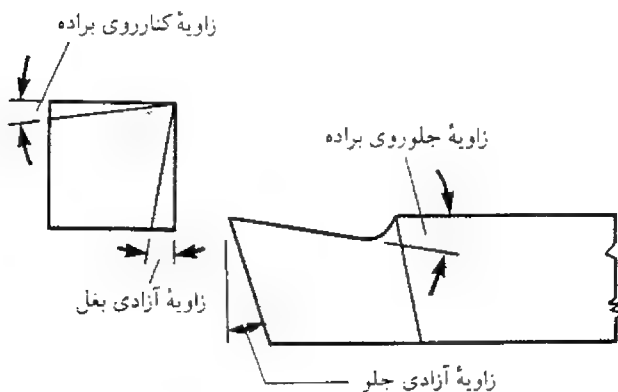
برای آنکه قلم تراشکاری بتواند به طور مؤثری فلز تراشی کند، باید فقط یک لبه برنده یا نوک داشته باشد. یعنی جلو، بغل و روی قلم نباید با قطعه کار تماس داشته باشد. به این منظور قلم را طوری سنگ می زنند که زوایای آزادی و براده روی آن تشکیل شود (شکل ۱۳-۲۸).

زاویه آزادی، زاویه تشکیل شده بین سطح آزاد قلم و خطی مماس بر سطح قطعه کار، در لبه برنده است. قلم دو زاویه آزادی دارد: زاویه آزادی جلو که از نوک قلم اندازه گیری می شود و زاویه آزادی بغل که از کنار قلم اندازه گیری می شود.

شکل قطعه کار در زاویه آزادی قلم تأثیر دارد (شکل ۱۳-۲۹). سه شکل پایه که بر زاویه آزادی اثر می گذارند عبارتند از:

۱. استوانه های خارجی، یعنی روتراشی، که در آن باید از زاویه آزادی بین 5° و 10° استفاده کرد؛

۲. استوانه های داخلی، یعنی داخل تراشی، که بسته به قطر قطعه کار، زاویه آزادی ثانویه در آن باید از 8° بیشتر باشد؛

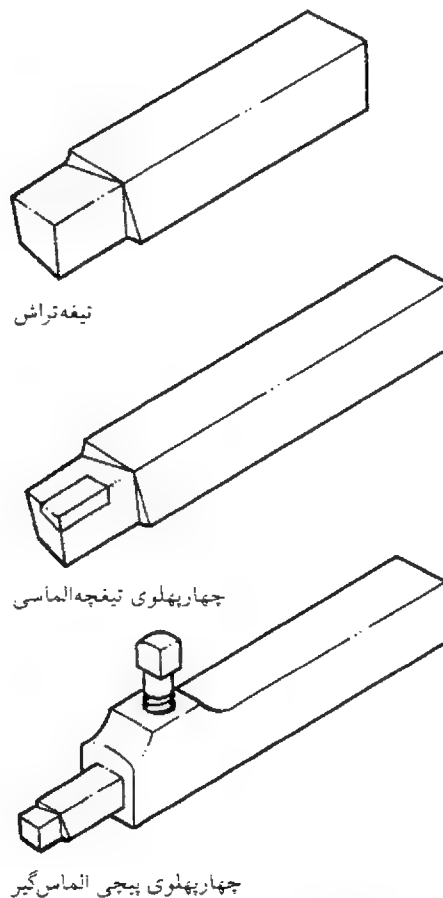


شکل ۱۳-۲۸ زوایای قلم.

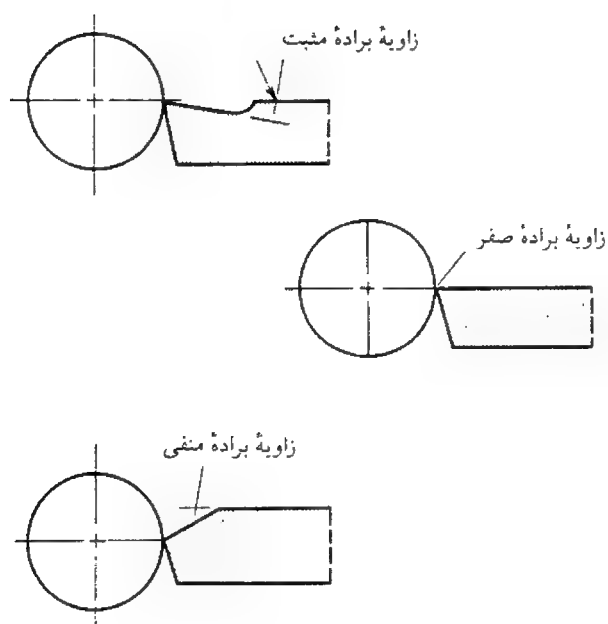
روتراشی، سوراخ تراشی، صفحه تراش و صفحه تراش دروازه ای را قلم تک لبه می نامند، زیرا فقط یک لبه برنده دارند. این ابزارها را به سه دسته تقسیم می کنند: تیغه تراش، چهارپهلوی تیغچه الماسی و چهارپهلوی پیچی الماس گیر (شکل ۱۳-۲۷).

آن دسته از قلمهای تراشکاری که لبه برنده آنها جزئی از تنه قلم است، تیغه تراش نامیده می شوند. لبه برنده این قلمها را، از طریق آهنگری، به شکل مناسب در می آورند و سپس سنگ می زنند تا شکل نهایی را پیدا کند. این نوع قلم را معمولاً از فولاد تندبر می سازند.

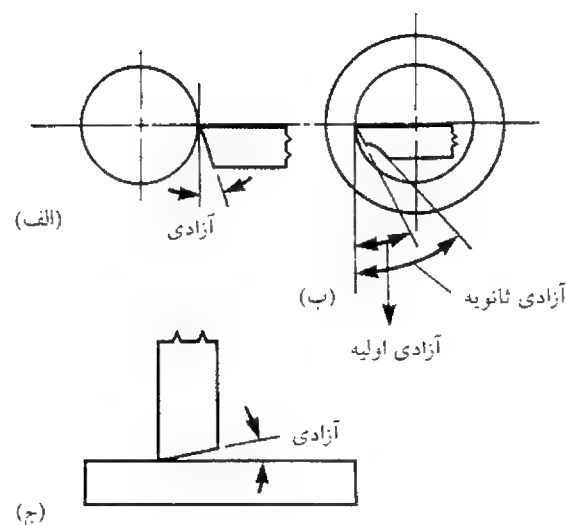
هرگاه لبه برنده ای از جنس فولاد تندبر، استیلت یا کاربید سماته، به تنه ای از جنس فولاد کم کربن جوشکاری یا زردجوشکاری شود، قلم را چهارپهلوی تیغچه الماسی می نامند. از این نوع قلم می توان در دمای بالا استفاده کرد، بدون آنکه سختی آن کاهش یابد.



شکل ۱۳-۲۷ قلمهای تراشکاری.



شکل ۱۳-۳۰ انواع زاویه براده.



شکل ۱۳-۲۹ اثر شکل قطعه بر زاویه آزادی: (الف) استوانه خارجی؛ (ب) استوانه داخلی؛ (ج) سطح تخت.

۳. سطوح تخت، یعنی صفحه تراشی، که در آن باید از زاویه آزادی بین 6° و 8° استفاده کرد.

زاویه براده زاویه بین رویه قلم و خطی قائم بر سطح، یا پیشانی قطعه کار در لبه برنده است. زاویه جلوروی براده، شیب رویه قلم است. مقدار واقعی آن، بسته به جنس قطعه‌ای که تراشیده می‌شود، تغییر می‌کند. معمولاً برای مواد آسان تراشی مانند فولاد نرم و آلومینیم، باید زاویه جلوروی بزرگ باشد. برای تراشکاری موادی مانند چدن و برنج ریختگی باید از زاویه جلوروی کوچک استفاده کرد. زاویه کنارروی براده، شیب رویه برنده نسبت به انتهای قطعه کار است که در صفحه افقی اندازه‌گیری می‌شود. زاویه واقعی براده، شیب واقعی رویه برنده قلم در مقابل قطعه کار

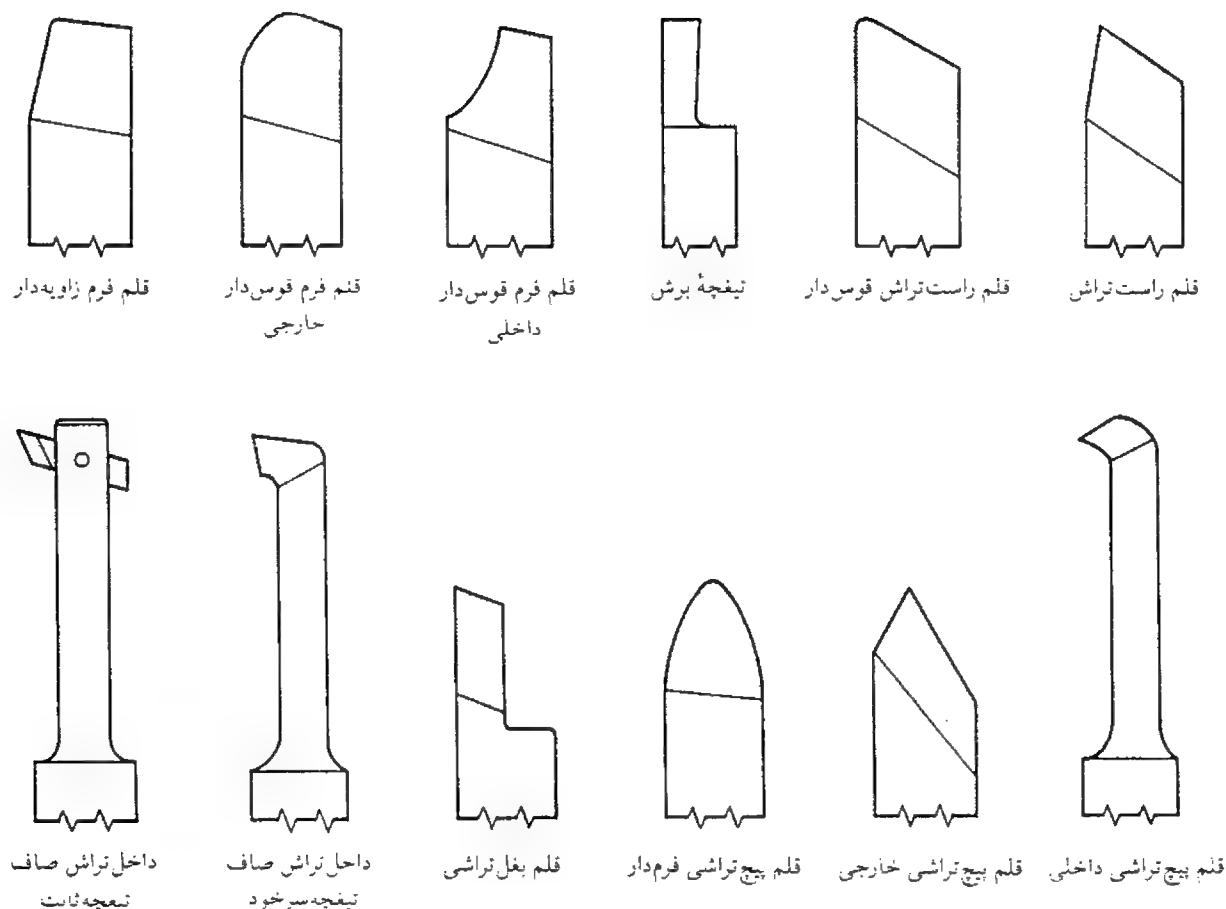
است. معمولاً این زاویه ترکیبی از زوایای کنارروی و جلوروی براده است.

اگر زاویه تراش جلو، یعنی زاویه رویه قلم، به اضافه زاویه گوه، از 90° کمتر باشد، زاویه براده را مثبت می‌دانند. اگر زاویه تراش جلو از 90° بیشتر باشد، زاویه براده را منفی می‌دانند. اگر قلم زاویه رویه نداشته باشد، می‌گویند زاویه براده آن صفر است (شکل ۱۳-۳۰).

زوایای براده بر تشکیل براده، سایش قلم، نیروی تراش، صافی سطح و سرعت مجاز برش اثر می‌گذارند. در جدول ۱-۱۳ فهرست زوایای پیشنهادی قلم برای قلمهای ساخته شده از فولاد تندبر آمده است. در شکل ۱۳-۳۱ مجموعه‌ای از قلمهای متداول دیده می‌شود.

جدول ۱-۱۳ زوایای پیشنهادی برای قلمهایی از جنس فولاد تندبر

ماده‌ای که باید تراشکاری شود	زاویه آزادی جلو (درجه)	زاویه آزادی بغل (درجه)	زاویه بالاروی براده (درجه)	زاویه کنارروی براده (درجه)
فولاد نرم	۸-۱۰	۶-۱۰	۱۸-۲۰	۱۸-۲۰
فولاد پرکربن	۶-۸	۶-۸	۶-۱۰	۶-۱۰
چدن	۸-۱۰	۶-۱۰	۵-۱۰	۷-۱۰
برنج	۶-۱۰	۶-۱۰	۰-۵	۰-۵
آلومینیم	۸-۱۰	۸-۱۰	۲۵-۴۰	۱۵-۲۰



شکل ۱۳-۳۱ قلمهای تراشکاری متداول.

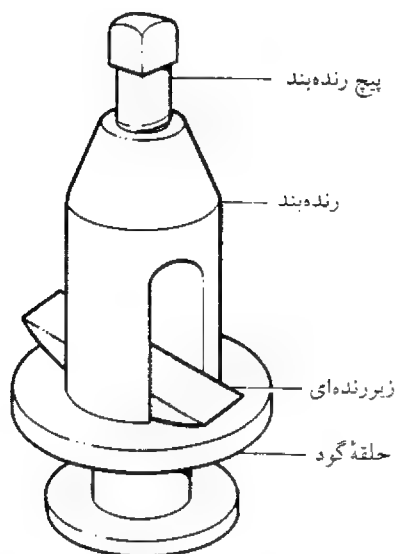
بستن و تنظیم قلمهای تراشکاری

عاملهای متعددی بر بازده کار با ماشین تراش تأثیر می گذارند. این عاملها عبارت اند از وضعیت ماشین تراش، دقت اسبابهای اندازه گیری مورد استفاده و نحوه بستن قلم. مثلاً تنظیم و زیربندی نادرست قلم می تواند بر کیفیت کار تأثیر منفی بگذارد.

انواع رنده بند

برای بستن قلمهای تراشکاری از سه نوع رنده بند استفاده می شود:

رنده بند با حلقه و زیررنده ای (شکل ۱۳-۳۲) روی ماشین تراش های امریکایی نصب می شود و بنابراین آن را رنده بند امریکایی نیز می نامند. در این نوع رنده بند، با حرکت دادن زیررنده ای، که روی حلقه پیرامون رنده بند می خوابد، می توان قلم را به سرعت تنظیم کرد. پایه رنده بند



شکل ۱۳-۳۲ رنده بند با حلقه و زیررنده ای.

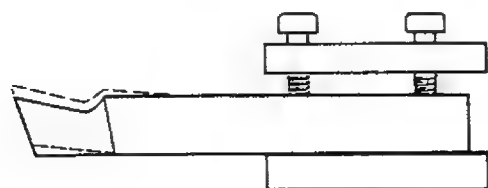
به شکل T است و در شکاف کشوی مرکب قرار می گیرد. رنده بند شیاری هم در ناحیه وسط دارد که قلم گیر یا قلم تراشکاری را در خود جای می دهد. در بالای رنده بند پیچ

رنده‌بند، قلم به وسیله پیچ تنظیم می‌شود. قلم‌گیرهای مجزایی وجود دارند که در چهار وجه رنده‌بند جای‌گیر می‌شوند و می‌توان به آسانی آنها را برداشت و دقیقاً در جای قبلی قرار دارد. وقتی می‌خواهید چند نوع عمل تراشکاری را پشت سر هم انجام دهید، می‌توانید قلم‌های مورد نیاز را در قلم‌گیر قرار دهید و در آغاز کار آنها را روی رنده‌بند سوار کنید. وقتی یک عمل انجام شد، می‌توانید رنده‌بند را بچرخانید و از قلم بعدی استفاده کنید. اگر به این قلم نیاز نداشته باشید می‌توانید قلم‌گیر را از شیار رنده‌بند بیرون بیاورید و قلم‌گیر دیگری را که قلم مورد نیاز بعدی در آن قرار گرفته است، به جای آن، در شیار رنده‌بند جای دهید.

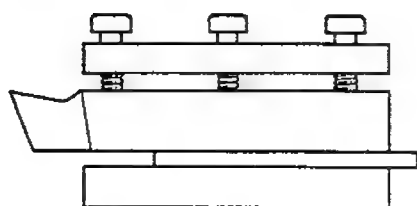
بستن قلم تراشکاری

برای تضمین کارایی عملیات تراشکاری، باید قلم به اندازه کافی صلب باشد تا در برابر نیروی تراش پایداری کند. عاملهایی که بر صلیبت قلم تأثیر می‌گذارند عبارت‌اند از میزان پیش‌آمدگی قلم و وضعیت زیرسری.

هرگاه پیش‌آمدگی قلم بیش از اندازه باشد (شکل ۱۳-۳۵)، در هنگام تراشکاری قلم خم می‌شود و در نتیجه می‌لرزد و سطحی ناهموار تولید می‌کند. همواره سعی کنید که پیش‌آمدگی قلم را به حداقل برسانید. در صورتی که قلم درست زیربندی نشود نیز پیش‌آمدگی اضافی ایجاد می‌شود (شکل ۱۳-۳۶)، به ویژه اگر پیچ جلویی به زیرسری تکیه



شکل ۱۳-۳۵ پیش‌آمدگی قلم.

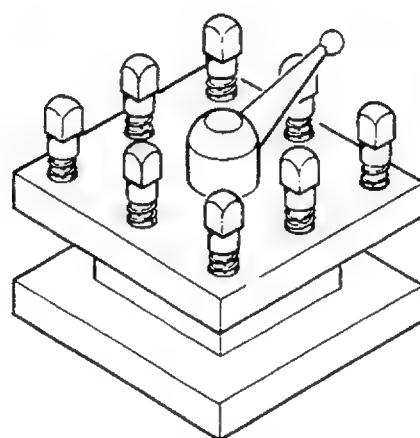


شکل ۱۳-۳۶ زیربندی نادرست قلم.

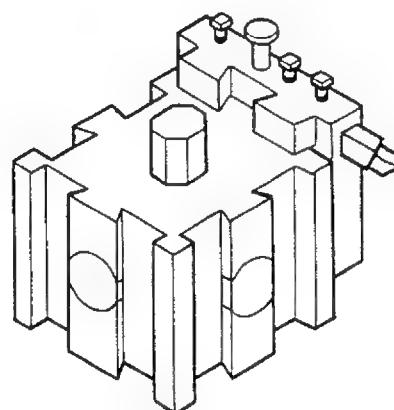
ضامنی تعبیه شده است که قلم‌گیر یا قلم تراشکاری را روی زیررنده‌ای می‌فشارد. روی این نوع رنده‌بند فقط یک قلم می‌توان بست.

رنده‌بند گردان (شکل ۱۳-۳۳) قطعه‌ای مربعی است که روی کشوی مرکب نصب می‌شود. این رنده‌بند چهار راه یا بر دارد که می‌توان چهار قلم را به آنها بست. با استفاده از این نوع رنده‌بند می‌توان چند عمل تراشکاری را پشت سر هم انجام داد، بدون آنکه نیازی به تعویض قلم باشد. فقط کافی است که در آغاز کار همه قلم‌های مورد نیاز را به رنده‌بند ببندید. وقتی کار یک قلم تمام شد، رنده‌بند 90° می‌چرخد تا بتوان از قلم بعدی استفاده کرد. در این نوع رنده‌بند، قلم‌ها را باید زیربندی کرد تا در ارتفاع مناسب تنظیم شوند.

رنده‌بند خودکار (شکل ۱۳-۳۴) نوعی رنده‌بند جدید است که نیاز به زیربندی قلم را منتفی می‌سازد. در این نوع



شکل ۱۳-۳۳ رنده‌بند گردان.



شکل ۱۳-۳۴ رنده‌بند خودکار.

اگر قلم بالای محور قطعه کار تنظیم شود، زاویه براده افزایش و زاویه آزادی کاهش می یابد. در نتیجه قلم ساییده می شود. وقتی قلم زیر محور قطعه کار تنظیم شود، زاویه براده کاهش و زاویه آزادی افزایش می یابد. در نتیجه قلم در قطعه کار فرو می رود.

عملیات تراشکاری

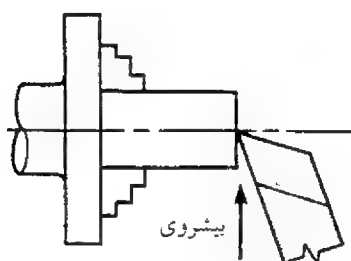
منظور از عملیات تراشکاری در این کتاب، انواع کارهایی است که روی ماشین تراش انجام می شود. با استفاده از ماشین تراش می توان عملیات مختلفی را انجام داد. در این بخش فقط با چند عمل متداول تراشکاری، که می توان در کارگاه آموزشی انجام داد، آشنا می شویم.

پیشانی تراشی

پیشانی تراشی (شکل ۱۳-۳۸) فرایند گونیا کردن سر قطعه کار روی ماشین تراش است. در این عمل، قلم تراشکاری در امتداد عمود بر محور چرخش قطعه کار، حرکت عرضی انجام می دهد؛ برای ایجاد این حرکت از فلکه دستی کشوی عرضی استفاده می شود. گاهی در هنگام انجام این عمل باید حماله ماشین تراش را قفل کرد تا بر اثر فشار تراشکاری به عقب رانده نشود.

عملیات پیشانی تراشی به ترتیب زیر انجام می شود:

۱. قطعه کار را محکم به سه نظام ببندید، به صورتی که بیرون زدگی آن فقط به میزان لازم باشد.
۲. قلم را در ارتفاع مرغک تنظیم کنید. و ارسی کنید که آزادی کافی داشته باشد.

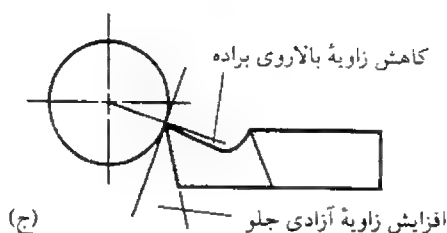
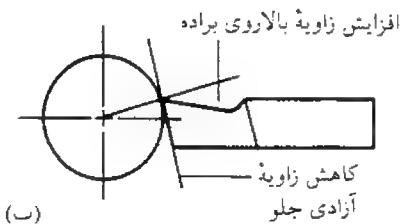
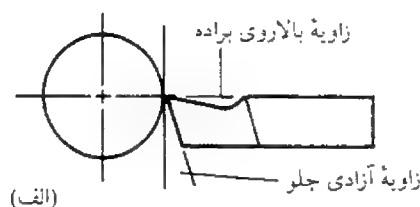


شکل ۱۳-۳۸ پیشانی تراشی.

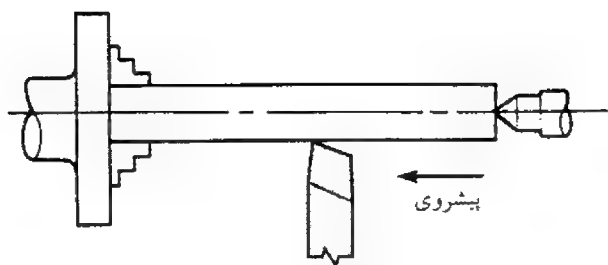
نداشته باشد. نتیجه این وضعیت شکستن یا خم شدن قلم، به ویژه در هنگام سفت کردن پیچ جلویی است. توصیه می شود که تعداد قطعات زیرسری به حداقل برسد تا صلبیت قلم افزایش یابد. یک قطعه زیرسری بهتر از چند قطعه است که مجموع ضخامت آنها با ضخامت قطعه اول برابر باشد.

تنظیم قلم

عامل دیگری که بر بازده عملیات تراشکاری تأثیر می گذارد، تنظیم قلم در ارتفاع مرغک است. تنظیم نادرست نیز بر زاویه براده و زاویه آزادی قلم تراشکاری اثر می گذارد. قلمهای تراشکاری را طوری سنگ می زنند که زاویه براده و زاویه آزادی مورد نظر در آن ایجاد شود. برای حفظ این زوایا، قلم را باید طوری تنظیم کرد که لبه برنده آن با محور افقی قطعه کار در یک امتداد قرار گیرد. به عبارت دیگر، قلم تراشکاری باید همواره و برای همه عملیات در ارتفاع مرغک تنظیم شود. در این وضعیت است که قلم درست کار می کند (شکل ۱۳-۳۷ الف).



شکل ۱۳-۳۷ تنظیم قلم: الف) روی محور قطعه کار؛ ب) بالای محور قطعه کار؛ ج) زیر محور قطعه کار.



شکل ۱۳-۳۹ روتراشی موازی.

۳. ماشین را روشن کنید. پیش از آن باید آچار سه‌نظام را برداشته باشید.

۴. عمق تراش معقولی انتخاب کنید و با استفاده از فلکه دستی کشوی عرضی، قلم را در امتداد عرضی پیش ببرید.

۵. مرحله ۴ را تکرار کنید تا طول مورد نظر پیشانی تراشی شود.

۶. سوفاله و براده را از روی میز ماشین تراش پاک کنید.

عملیات روتراشی موازی را به ترتیب زیر انجام دهید:

روتراشی موازی

روتراشی فرایندی است که در آن، با استفاده از قلم روتراشی، قطر محوری را که روی ماشین تراش بسته شده است، کاهش می‌دهند. وقتی حرکت عرضی قلم به موازات محور ماشین تراش انجام شود، این عمل را روتراشی موازی می‌نامند (شکل ۱۳-۳۹). در این عمل، قلم تراشکاری، که روی رنده‌بند بسته شده است، به وسیله حماله، در طول بستر ماشین، به حرکت درمی‌آید.

۱. قطعه کار را محکم به سه‌نظام ببندید.

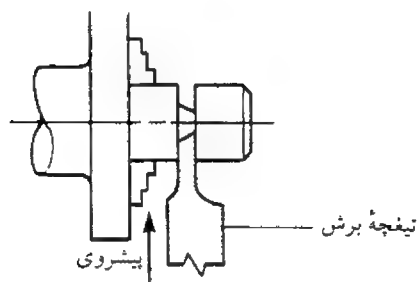
۲. سر بیرون آمده قطعه را پیشانی تراشی کنید.

۳. سر پیشانی تراشی شده را مته مرغک بزنید. این کار فقط در صورتی ضرورت دارد که قطعه طویل باشد و ناگزیر شوید از مرغک استفاده کنید.

۴. مرغکی را در کلاهک پس‌دستگاه جا بزنید؛ نوک مرغک را گریس بمالید و قطعه را به آن تکیه دهید. مراقب باشید که پس‌دستگاه از محور حقیقی خود منحرف نشود.



شکل ۱۳-۴۰ روتراشی موازی.



شکل ۱۳-۴۱ شیارتراشی.

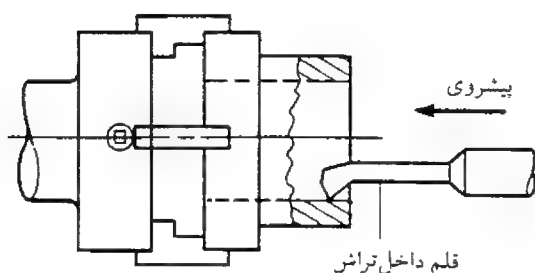
شیارتراشی، ثابت بماند.

۴. قطعه باقیمانده را از سه نظام باز و بستر ماشین تراش را تمیز کنید.

داخل تراشی

داخل تراشی عملی است که در آن، با استفاده از قلم داخل تراش، قطر سوراخ موجود در قطعه را افزایش می دهند (شکل ۱۳-۴۲). این عمل شبیه روتراشی است، با این تفاوت که از داخل انجام می شود و قطر قطعه، به جای کاهش یافتن، که در روتراشی رخ می دهد، افزایش می یابد. داخل تراشی را به ترتیب زیر انجام دهید:

۱. قطعه کار را محکم به سه نظام ببندید.
۲. پیشانی قطعه کار را بتراشید.
۳. پس از پیشانی تراشی مته مرغک بزنید و سپس قطعه را با مته ای که قطر آن هر چه نزدیکتر به قطر سوراخ مورد نظر باشد، سوراخ کنید.
۴. قلم داخل تراشی را به رنده بند ببندید و آن را در ارتفاع مرغک تنظیم کنید. قلم را باید صلب ببندید تا خم نشود. زاویه آزادی قلم باید کافی باشد.



شکل ۱۳-۴۲ داخل تراشی.

۵. ماشین را روشن کنید؛ با استفاده از فلکه دستی کشوی عرضی، قلم تراشکاری را به سر قطعه نزدیک کنید؛ عمقی معقول برای تراش انتخاب کنید.

۶. با استفاده از فلکه دستی حماله یا مکانیسم پیشروی خودکار، قلم را در امتداد طولی به حرکت در آورید.

۷. قلم را به نقطه آغاز تراشکاری برگردانید و عمق تراش را افزایش دهید.

۸. مکانیسم پیشروی خودکار را درگیر کنید تا قلم را در طول قطعه کار به حرکت در آورد.

۹. مراحل ۷ و ۸ را تکرار کنید تا قطر قطعه به مقدار مورد نظر برسد.

۱۰. بستر ماشین تراش را از سوفاله و براده فلز پاک کنید.

نحوه انجام این عمل در شکل ۱۳-۴۰ نشان داده شده است.

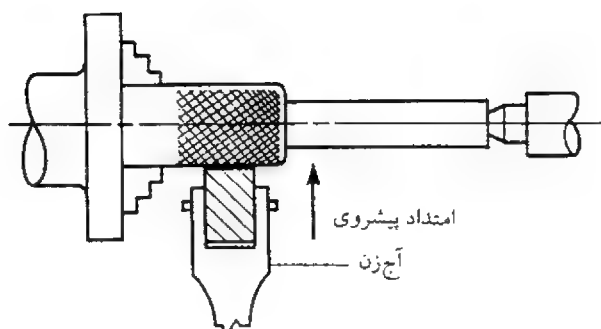
شیارتراشی

شیارتراشی ایجاد فرورفتگی در قطعه کار با استفاده از تیغچه برش است (شکل ۱۳-۴۱). با استفاده از این روش، بریدن قطعه کار نیز امکانپذیر است. برای جلوگیری از لرزش اضافی، قطعه کار را در محلی نزدیک به سه نظام، شیارتراشی کنید. آزادی کافی برای قلم در نظر بگیرید.

یادآوری: آزادی بیش از حد سبب ضعیف شدن قلم می شود. در هنگام تراشکاری صفحه رنده بند را قفل کنید.

شیارتراشی را به ترتیب زیر انجام دهید:

۱. قلم شیارتراش را در ارتفاع مرغک تنظیم کنید.
۲. قلم را به وضعیت مناسب ببرید و صفحه رنده بند را قفل کنید.
۳. ماشین را با دور کم به کار ببندازید و با استفاده از فلکه دستی کشوی عرضی، قلم را در امتداد عمود بر قطعه کار پیشروی دهید. آهنگ پیشروی باید، در طول



شکل ۱۳-۴۳ آج زنی

۶. قطعه را از سه نظام باز و بستر ماشین تراش را تمیز کنید.

مخروط تراشی

غالباً از شما می خواهند که سطوح مخروطی را روتراشی یا داخل تراشی کنید. وقتی برای این عمل از ماشین تراش استفاده کنید، عمل را مخروط تراشی می نامند. در شکل ۱۳-۴۴ بعضی از متداولترین روشهای مخروط تراشی نشان داده شده است.

هرگاه قلم تخت را با زاویه دقیق سنگ می زنید، آن را با دقت نسبت به قطعه کار تنظیم کنید و سپس، در حالی که قطعه کار با سرعت کم می چرخد، قلم را با دست باردهی کنید، مخروط کوتاهی تراشیده می شود. این روش مخروط تراشی را روش قلم قُرم می نامند (شکل ۱۳-۴۴ الف). عیب این روش ناتوانی در تراشیدن مخروطهای بلند است.

در روش کشوی مرکب، کشو را روی زاویه ای معادل با نصف زاویه رأس مخروط مورد نظر تنظیم می کنند و قلم را به وسیله فلکه دستی کشوی مرکب به حرکت در می آورند (شکل ۱۳-۴۴ ب). این روش برای تراشیدن هر دو نوع مخروط داخلی و خارجی مناسب است. چون میزان حرکت قلم را طول پیچ کشو محدود می کند، نمی توان از این روش برای تراشیدن مخروطهایی که طول آنها از میزان حرکت قلم بیشتر است استفاده کرد. این نوع مخروط تراشی را فقط می توان با دست انجام داد و کیفیت سطح حاصل نیز غالباً نازل است.

در روش خارج از مرکز کردن پس دستگاه، قطعه کار را بین

۵. ماشین را با دور معقول به کار بیندازید.

۶. با استفاده از فلکه دستی کشوی عرضی و پیشروی به طرف بیرون، عمق تراش مناسبی انتخاب کنید.

۷. با استفاده از فلکه دستی یا مکانیسم خودکار پیشروی حماله، قلم را تا طول مورد نیاز به حرکت در آورید.

۸. قلم را به نقطه آغاز داخل تراشی برگردانید و مراحل ۶ و ۷ را تکرار کنید. این عمل را تکرار کنید تا قطر سوراخ به

مقدار مورد نظر برسد.

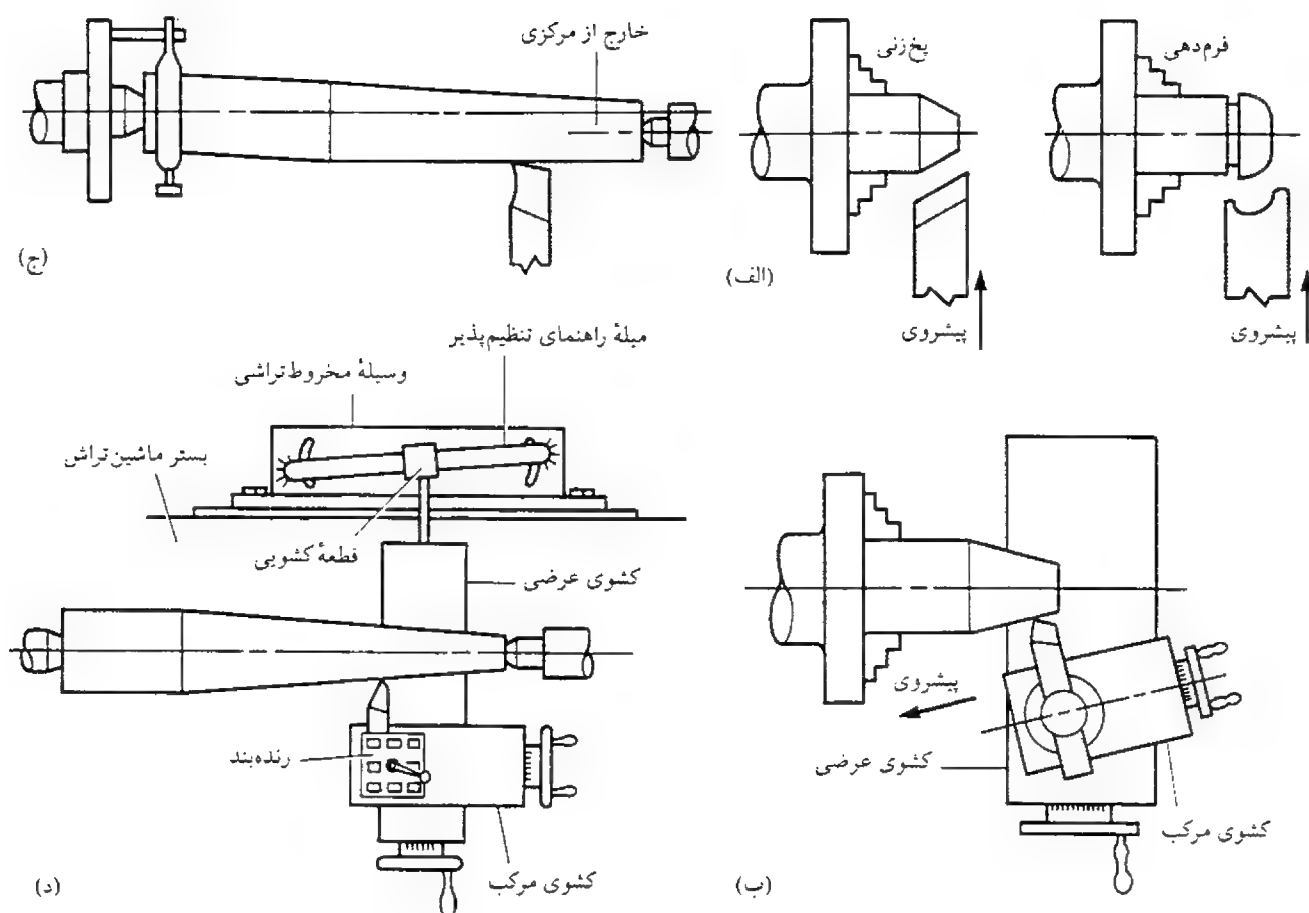
۹. قطعه کار را از سه نظام باز و بستر ماشین تراش را تمیز کنید.

آج زنی

آج زنی فرایند ایجاد آج روی دسته ها و ابزارهای گرد است، تا بهتر بتوان با دست آنها را به کار برد (شکل ۱۳-۴۳). ابزار مورد استفاده برای این عمل را آج زن می نامند. آج زن از قلم گیری تشکیل می شود که دو چرخ سخت کاری شده را حمل می کند. سطح این چرخها آجی با زاویه خاص دارد. وقتی این چرخها روی سطحی گرد فشرده شوند، آج ضربداری روی آن نقش می بندد. بعضی از چرخها آج مستقیم دارند و نقشی که روی قطعه کار ایجاد می کنند نیز مستقیم است.

آج زنی را به ترتیب زیر انجام دهید:

۱. آج زن را در رنده بند ببندید و آن را تنظیم کنید تا بر سطح قطعه کار عمود شود.
۲. ماشین را با دور پایین به کار بیندازید و چرخها را روی قطعه کار فشار دهید تا آغاز ایجاد نقش را مشاهده کنید.
۳. مکانیسم پیشروی خودکار حماله را درگیر کنید و به آج زن امکان دهید که طول مورد نظر را به آهستگی طی کند.
۴. چرخها (آج زن) را، بدون درگیر شدن با قطعه کار، به نقطه آغاز عملیات برگردانید. اگر قطعه کار فولادی را آج زنی می کنید، از مصرف روغن مضایقه نکنید. برای جلو و عقب بردن آج زن می توانید از فلکه دستی حماله استفاده کنید.
۵. مراحل ۳ و ۴ را تکرار کنید تا عمق آج به مقدار مورد نظر برسد.



شکل ۱۳-۴۴ مخروط تراشی: (الف) با استفاده از قلم فرم؛ (ب) کشوی مرکب؛ (ج) افست (خارج از مرکز)؛ (د) وسیله مخروط تراشی.

مختلف از جمله مخروط خارجی، مخروط داخلی و پیچ مخروطی تراشید (شکل ۱۳-۴۴). کارکرد اصلی این وسیله، ایجاد حرکت عرضی در کشوی عرضی و قلم، همزمان با حرکت طولی حماله است. مزایای استفاده از این وسیله به شرح زیر است:

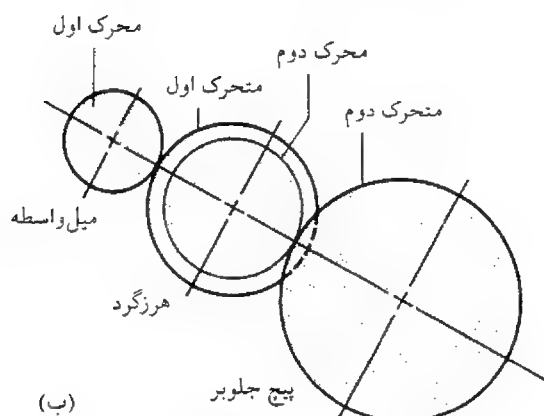
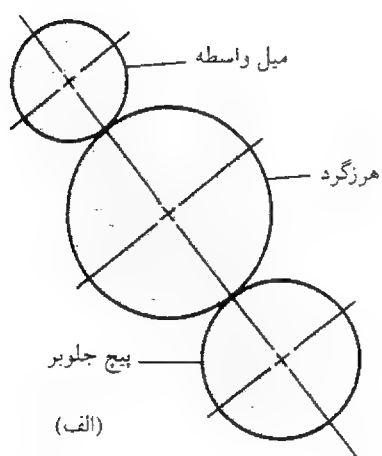
۱. تنظیم مرغک ماشین به هم نمی خورد.
۲. پس از تنظیم این وسیله، می توان با آن مکرراً مخروط تراشی کرد و طول قطعه کار اهمیتی ندارد و تنظیم را به هم نمی زند.
۳. برای مخروط تراشی داخلی نیز می توان از آن استفاده کرد.
۴. بادقت و سرعت می توان آن را تنظیم کرد.

پیچ تراشی با ماشین تراش

بسیاری از مردم، از جمله هنرجویان و حتی بعضی از مریبان،

دو مرغک می بندند، به طوری که مرغک پس دستگاه در راستای مرغک پیش دستگاه نباشد (شکل ۱۳-۴۴). میزان شیب مخروط، به ازای طول مفروض بین مرغکها، به مقدار خارج از مرکزی مرغک پس دستگاه وابسته است. با استفاده از این روش نمی توان شیبهای تند ایجاد کرد زیرا میزان حرکت پس دستگاه محدود است. اما این روش برای ایجاد مخروطهای خارجی بلند و کم شیب مناسب است. عیب اصلی آن، سایش بیش از اندازه جامرغکها روی قطعه کار، به ویژه در سمت پس دستگاه است، که سبب کاهش دقت کار می شود. وقتی می خواهید چند قطعه مانند هم بتراشید، دقت کنید که طول قطعات و عمق جامرغکها برابر باشد، در غیر این صورت، برای تراشیدن هر قطعه، باید پس دستگاه را دوباره تنظیم کنید.

با وسیله مخروط تراشی، که روی بستر ماشین تراش نصب می شود، می توان به آسانی، به سرعت و بادقت، مخروطهای



شکل ۱۳-۴۵ مجموعه چرخنده‌ها: (الف) مجموعه ساده؛ (ب) مجموعه مرکب.

صفحه نوسانی، آنها را با هم درگیر کنید. ماشین‌تراشهای مدرن به جعبه‌دنده‌ای مجهزند که به وسیله یک مجموعه چرخنده ساده به کار می‌افتد و در آن، با تغییر یک چرخنده، می‌توان به سرعت‌های متنوعی دست یافت.

تعیین نسبت چرخنده

در این بخش می‌خواهیم فرمولی برای محاسبه نسبت چرخنده به دست آوریم. ابتدا پرسشی مطرح می‌کنیم. اگر نسبت چرخنده بین محور و پیچ جلوبر ۱:۱ باشد چه اتفاقی می‌افتد؟ وقتی محور یک دور بچرخد، پیچ جلوبر هم یک دور می‌چرخد؛ در نتیجه قلم به اندازه یک گام پیچ جلوبر حرکت می‌کند و رزوه‌ای با گام برابر با گام پیچ جلوبر، روی قطعه کار می‌تراشد. اما اگر نسبت یادشده ۲:۱ باشد، وقتی حماله به اندازه یک گام پیچ جلوبر حرکت می‌کند، قطعه کار دو دور می‌چرخد و رزوه‌ای روی آن تراشیده

شیفته تراشیدن پیچ با ماشین‌تراش‌اند. همین شیفتگی سبب می‌شود که مدتها پیش از آنکه در عملیات ساده دیگر تسلط پیدا کنند، تمایل به انجام پیچ‌تراشی داشته باشند.

پیچ‌تراشی با ماشین‌تراش، به اندازه‌ای که ظاهراً به نظر می‌رسد پیچیده نیست. برای تراشیدن پیچی دقیق، باید رابطه صحیح بین حرکت حماله و چرخش قطعه کار برقرار کرد. این کار با استفاده از پیچ جلوبر عملی است؛ پیچ جلوبر را مجموعه‌ای از چرخنده‌ها به حرکت درمی‌آورند.

بنابراین باید با مفهوم مجموعه چرخنده آشنا شوید و نحوه محاسبه نسبت چرخنده را بیاموزید.

مجموعه چرخنده

نسبت سرعت پیچ جلوبر و محور ماشین را، چرخنده‌هایی که بین آنها قرار گرفته‌اند، کنترل می‌کنند. این نسبت فقط به تعداد دندانه‌های چرخنده‌ها وابسته است. آرایش تشکیل شده از چند چرخنده را مجموعه چرخنده می‌نامند. مجموعه چرخنده‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند: مجموعه ساده و مجموعه مرکب (شکل ۱۳-۴۵).

در مجموعه چرخنده ساده (شکل ۱۳-۴۵ الف)، چرخنده سوار بر محور و چرخنده پیچ جلوبر به وسیله یک چرخنده هرزگرد (واسطه) به هم مرتبط می‌شوند. اندازه چرخنده واسطه نقشی ندارد و تابع فاصله بین چرخنده محرک (محور) و چرخنده متحرک (پیچ جلوبر) است.

در مجموعه چرخنده مرکب، تغییر سرعت مستلزم استفاده از دو جفت چرخنده تعویضی است. این دو جفت چرخنده باید همان فاصله بین چرخنده محرک و چرخنده متحرک را پر کنند. نخستین جفت، محور را به میل واسطه متصل می‌کنند و نخستین چرخنده جفت دوم، که روی میل واسطه نصب شده و با خار به چرخنده دوم متصل است، چرخنده پیچ جلوبر را به حرکت درمی‌آورد. در این حالت چرخنده‌های سوار بر میل واسطه، هرزگرد نیستند؛ یکی از آنها محرک و دیگری متحرک است.

هر بار که بخواهید گام پیچ را تغییر دهید باید مجموعه چرخنده را باز و دوباره سوار کنید و با تنظیم

مثال ۱

چرخنده‌های لازم را، برای تراشیدن پیچی با ۸ دندانه در ۲۵mm، روی ماشین تراشی که پیچ جلوبر آن ۵ دندانه در ۲۵mm دارد، محاسبه کنید.

حل:

$$\frac{\text{تعداد دندانه در هر ۲۵mm از پیچ جلوبر}}{\text{تعداد دندانه در هر ۲۵mm از پیچ مورد نظر}} = \frac{۲۵}{۸} \times \frac{\text{محرك}}{\text{متحرك}}$$

کسر حاصل را ساده و سپس صورت و مخرج آن را در ۵ ضرب می‌کنیم؛ نتیجه می‌شود:

$$\frac{۵}{۸} \times \frac{۵}{۵} = \frac{۲۵}{۴۰}$$

بنابراین به مجموعه چرخنده ساده‌ای نیاز داریم که در آن چرخنده‌ای ۲۵ دندانه‌ای روی محور سوار است و از طریق یک چرخنده واسطه، به چرخنده‌ای ۴۰ دندانه‌ای که روی پیچ جلوبر سوار است، متصل می‌شود. یعنی

● چرخنده محور: ۲۵ دندانه

● چرخنده پیچ جلوبر: ۴۰ دندانه

مثال ۲

چرخنده‌های لازم را، برای تراشیدن پیچی با ۲۷ دندانه در ۲۵mm، روی ماشین تراشی که پیچ جلوبر آن ۴ دندانه در ۲۵mm دارد، محاسبه کنید.

حل:

$$\frac{\text{تعداد دندانه در ۲۵mm از پیچ جلوبر}}{\text{تعداد دندانه در ۲۵mm از پیچ مورد نظر}} = \frac{۲۵}{۲۷} \times \frac{\text{محرك}}{\text{متحرك}}$$

۲۵ها را با هم ساده و صورت و مخرج را در ۵ ضرب می‌کنیم:

$$\frac{۴ \times ۵}{۲۷ \times ۵} = \frac{۲۰}{۱۳۵}$$

از مجموعه چرخنده‌ای ساده نمی‌توان استفاده کرد، زیرا چرخنده ۱۳۵ دندانه‌ای جزء ملحقات ماشین تراش نیست. بنابراین باید نتیجه حاصل را طوری تبدیل کرد که بتوان

می‌شود که گام آن نصف گام پیچ جلوبر است. تعداد دندانه‌های این پیچ در هر ۲۵mm، دو برابر تعداد دندانه‌های پیچ جلوبر در همین طول است. اما وقتی داریم:

$$\frac{\text{تعداد دور محور}}{\text{تعداد دور پیچ جلوبر}} = \frac{۲}{۱}$$

یعنی:

$$\frac{\text{تعداد دندانه‌های چرخنده محرك}}{\text{تعداد دندانه‌های چرخنده متحرك}} = \frac{۱}{۲}$$

زیرا چرخنده کوچکتر، از چرخنده بزرگتری که با آن درگیر است، تندتر می‌چرخد. حال می‌توان براساس توضیحات فوق، فرمول کلی زیر را استنباط کرد:

$$\frac{\text{تعداد دور پیچ جلوبر}}{\text{تعداد دور محور}} = \frac{\text{تعداد دندانه‌های چرخنده متحرك}}{\text{تعداد دندانه‌های پیچ جلوبر}} = \frac{\text{تعداد دندانه در هر ۲۵mm از پیچ جلوبر}}{\text{تعداد دندانه در هر ۲۵mm از قطعه کار}}$$

اما

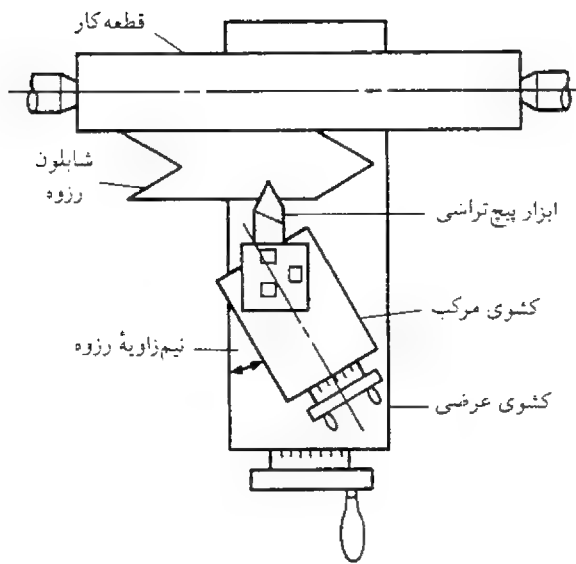
$$\text{گام پیچ} = \frac{۱}{\text{تعداد دندانه در ۲۵mm}}$$

بنابراین

$$\frac{\text{تعداد دندانه در هر ۲۵mm از پیچ جلوبر}}{\text{تعداد دندانه در هر ۲۵mm از قطعه کار}} = \frac{\text{محرك}}{\text{متحرك}} = \frac{\text{گام پیچی که تراشیده می‌شود}}{\text{گام پیچ جلوبر}}$$

ماشین تراشها معمولاً مجموعه‌ای از چرخنده‌های مختلف از ۲۰ دندانه‌ای تا ۱۲۰ دندانه‌ای، با فواصل ۵ دندانه‌ای دارند. ماشین تراشهای انگلیسی چرخنده‌ای ۱۲۷ دندانه‌ای دارند که با استفاده از آن می‌توان روی ماشین تراش انگلیسی پیچ میلیمتری تراشید.

وقتی نسبت چرخنده را محاسبه می‌کنید، که معرف نسبت $\frac{\text{محرك}}{\text{متحرك}}$ است، به خاطر داشته باشید که پاسخها را به اعدادی تبدیل کنید که با تعداد دندانه‌های چرخنده‌های ماشین تراش مورد استفاده، معادل باشند.



شکل ۱۳-۴۶ تنظیم ماشین تراش برای پیچ تراشی.

۴. اولین تراش را تا طول مورد نظر انجام دهید. در هنگام درگیر کردن نیم مهره، از سنجه پیچ تراشی استفاده کنید. اگر گام پیچ فرد است، درگیری را روی رزوه های ۱ یا ۳ انجام دهید و اگر گام پیچ زوج است، درگیری را روی رزوه های ۲ یا ۴ انجام دهید.
۵. در پایان تراش، با استفاده از فلکه دستی کشوی عرضی، قلم را از قطعه کار دور کنید.
۶. حماله را به عقب برگردانید، به طوری که قلم درست از سر قطعه کار بگذرد و برای عمل بعدی آماده باشد. اگر ماشین تراش مورد استفاده سنجه پیچ تراشی ندارد، یا اگر با ماشین تراش انگلیسی پیچ میلیمتری می تراشید، وقتی نیم مهره ها برای بار اول درگیر شدند، باید تا پایان عملیات درگیر بمانند. در این حالت، برای برگرداندن حماله به نقطه آغاز فلز تراشی باید جهت چرخش ماشین، یا به عبارت دیگر، جهت چرخش قطعه کار معکوس شود. بدین ترتیب می توان مطمئن شد که هر بار فلز تراشی به درستی انجام می شود.
۷. وقتی رزوه تا عمق مورد نظر تراشیده شد، با استفاده از حذیده ای با گامی نظیر گام پیچ، و دور بالای ماشین، رزوه را پاک تراشی کنید.
۸. قطعه کار را باز و بستر ماشین تراش را تمیز کنید.

مجموعه چرخنده ای مرکب را به کار گرفت. پس به ترتیب زیر عمل کنید.

۱. صورت کسر را به عبارت 4×5 و مخرج آن را به عبارت 9×15 تبدیل کنید:

$$\frac{20}{135} = \frac{4 \times 5}{9 \times 15} = \frac{4}{9} \times \frac{5}{15}$$

۲. صورت و مخرج کسر اول را در ۵ و صورت و مخرج کسر دوم را در ۶ ضرب کنید:

$$\left(\frac{4 \times 5}{9 \times 5}\right) \times \left(\frac{5 \times 6}{15 \times 6}\right) = \frac{20 \times 30}{45 \times 90}$$

این کسر، معرف مجموعه چرخنده ای مرکب است که در آن یک چرخنده ۲۰ دندانه ای روی محور ماشین است و چرخنده واسطه ۴۵ دندانه ای را می چرخاند؛ این چرخنده یک چرخنده واسطه دیگر را می چرخاند که ۳۰ دندانه دارد و چرخنده واسطه دوم، چرخنده ای ۹۰ دندانه ای را می چرخاند که روی پیچ جلو بر نصب شده است.

- محرک اول: ۲۰ دندانه
- متحرک اول: ۴۵ دندانه
- محرک دوم: ۳۰ دندانه
- متحرک دوم: ۹۰ دندانه

در شکل ۱۳-۴۶ ماشین تراش آماده شده برای تراشیدن پیچی با رزوه مثلثی نشان داده شده است. این عمل را به ترتیب زیر انجام دهید.

۱. ماشین تراش را آماده کنید. آماده کردن ماشین تراش شامل است بر انتخاب و نصب چرخنده های مناسب، انتخاب سرعت و باردهی، تنظیم کشوی عرضی با زاویه ای معادل با نصف زاویه رزوه مورد نظر و بستن قلم روی رنده بند، که باید در راستای محور ماشین و عمود بر قطعه کار باشد.
۲. قطعه کار را آماده کنید. سر قطعه را باید پخ بزنید تا نوک پیچ درست رزوه شود.
۳. ابتدا با پیشروی کم تراشکاری کنید تا از درست بودن گام پیچ مطمئن شوید.

ماشین فرز

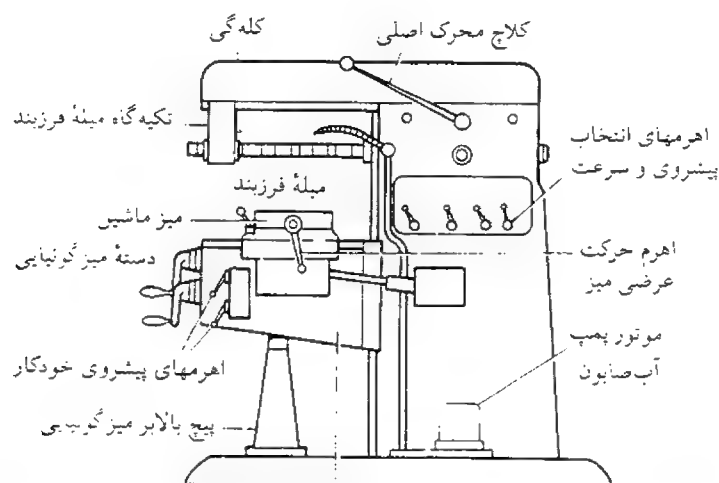
ماشین فرز یکی از ماشین ابزارهایی است که در آن با پیشروی قطعه کار به طرف ابزار برش چرخان، براده برداری انجام می شود.

انواع ماشین فرز

ماشینهای فرز را به دو دسته تقسیم می کنند: افقی و عمودی. ماشین فرز افقی متداولتر است و معمولاً در کارگاههای آموزشی یافت می شود (شکل ۱۳-۴۷). ماشین فرز افقی میزی جلو آمده به نام میز گونیایی دارد که به صورت کشویی در جلو ماشین بالا و پایین می رود و کشوی عرضی و میز کار تنظیم پذیر به آن متصل اند. ماشین فرز میل مرغکی افقی دارد

که تیغه فرز روی آن سوار می شود.

ماشین فرز افقی را در دو مدل می سازند. میز کار فرز یونیورسال را می توان مانند گیره ماشین، در هر جهت چرخاند؛ بنابراین می توان با استفاده از این ماشین، سطوح مارپیچی، مانند خیاره های مته مارپیچ را تراشید. فرز یونیورسال معمولاً یک کله گی تقسیم و یک کله گی عمودی دارد که به کمک آن می توان عملیات فرزکاری عمودی انجام داد. ماشین فرز ساده را غالباً محکمتر و تنومندتر می سازند زیرا بیشتر در صنعت و امور تولیدی به کار می رود که در آن براده برداری عمیق بیشتر مورد نظر است تا تنوع حرکات. در شکل ۱۳-۴۸، ماشین فرز افقی، در حال کار، نشان



شکل ۱۳-۴۷ ماشین فرز افقی. میز گونیایی



شکل ۱۳-۴۸ ماشین فرز افقی در حین کار.

نیز کنترل می‌کند. از اهرم پیشروی خودکار برای درگیر کردن و خلاص کردن مکانیسم خودکار میز ماشین استفاده می‌شود. کار کلاچ محرک اصلی، راه‌اندازی و متوقف کردن میله فرزبند فرز افقی یا بازوی محور فرز عمودی است. از اهرم انتخاب پیشروی برای افزایش یا کاهش آهنگ پیشروی خودکار میز ماشین استفاده می‌شود و کار اهرم انتخاب دور، برگزیدن دور مناسب برای میله فرزبند یا محور است.

تیغه فرز

انواع مختلف تیغه فرز، به شکلهای متفاوت، از فلزات و آلیاژهای زیر ساخته می‌شود:

۱. فولاد ابزار، فولاد ابزار کربنی و فولاد تندبر؛
۲. فلزات ابزار ریختگی - فولاد تندبر ریختگی و مواد غیر آهنی؛
۳. کاربیدهای تفجوشی شده یا سماتته.

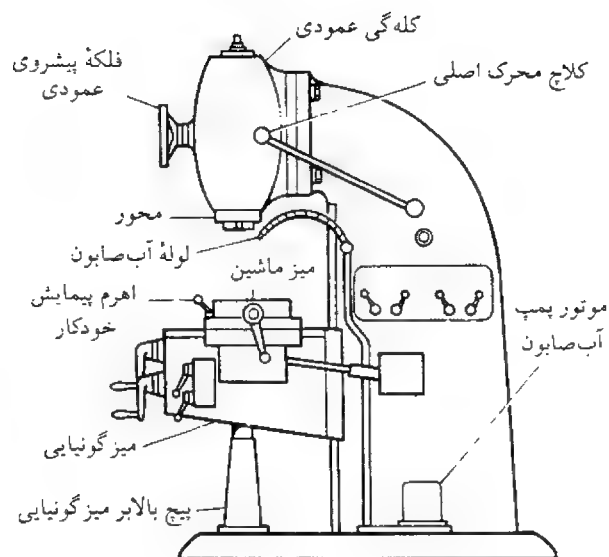
انواع دندانه

تیغه‌فرزها را با سه نوع دندانه می‌سازند: دندانه اره‌ای، دندانه شکل دار و دندانه تیغچه‌ای.

تیغه‌فرز دندانه‌اره‌ای ارزاترین نوع است. این نوع دندانه را به شکل ساده یا مارپیچی تولید می‌کنند. از دندانه اره‌ای برای ساختن تیغه‌فرز اره‌ای و تیغه‌فرزهای ساده کوچک استفاده می‌کنند. لبه برنده این نوع تیغه‌فرز در حدود ۵° به عقب میل دارد تا آزادی کافی ایجاد شود. دندانه‌های این نوع تیغه‌فرز را از طریق شکلدهی یا سنگ‌زنی می‌سازند.

در تیغه‌فرزهای شکلدهی شده، زاویه آزادی را در حین ساخت تیغه روی ماشین کله‌زنی ایجاد می‌کنند. در هنگام تیز کردن این نوع تیغه باید رویه دندانه را تیز کرد تا زاویه آزادی و شکل دندانه تغییر نکنند. در تیغه‌فرزهای سنگ‌زنی شده، نیمرخ دندانه تا رسیدن به شکل دقیق نهایی سنگ‌زده می‌شود.

از تیغه‌فرزهای نقش‌تراشی برای تراشیدن شکلهای نامنظم، به صورت دقیق و نهایی، استفاده می‌شود. در هنگام



شکل ۱۳-۴۹ ماشین فرز عمودی.

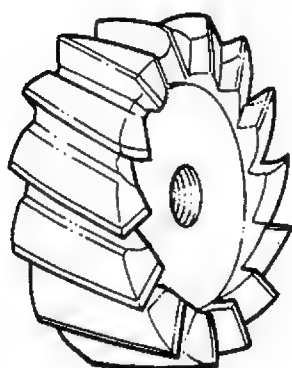
داده شده است.

ماشین فرز عمودی کله‌گی عمودی دارد و در آن تیغه‌فرز به محوری متصل است که معمولاً در وضعیت عمودی قرار دارد (شکل ۱۳-۴۹). میز کار در امتداد عمود بر محور عمودی ماشین حرکت می‌کند.

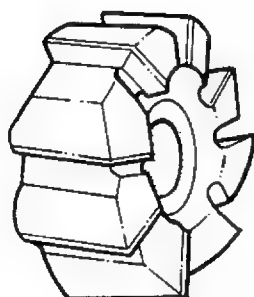
اجزای ماشین فرز

بعضی از اجزای اساسی ماشین فرز به شرح زیرند. میله فرزبند بین ستون و تکیه‌گاه میله فرزبند خارجی قرار می‌گیرد. تیغه‌فرز روی میله فرزبند نصب می‌شود. تکیه‌گاه میله فرزبند خارجی در انتهای کله‌گی قرار دارد و به عنوان تکیه‌گاه خارجی میله فرزبند از آن استفاده می‌شود. از کله‌گی برای استقرار تکیه‌گاه میله فرزبند استفاده می‌شود. قطعه کار را روی میز ماشین نصب می‌کنند. این میز در امتداد عمود بر میله فرزبند حرکت می‌کند. میز گونیایی در جلو ماشین، پیش آمده است و میز ماشین روی آن سوار است؛ میز گونیایی به صورت کشویی بالا و پایین می‌رود.

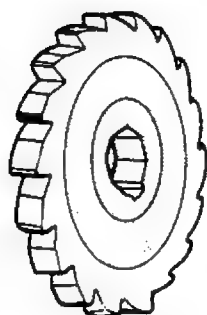
دسته (اهرم) تنظیم میز گونیایی برای باردهی عمودی میز ماشین به کار می‌رود، اما می‌توان آن را در حالت خودکار نیز درگیر کرد. اهرم (یا دسته) پیمایش میز برای کنترل امتداد حرکت میز ماشین به کار می‌رود. این اهرم پیشروی طولی را



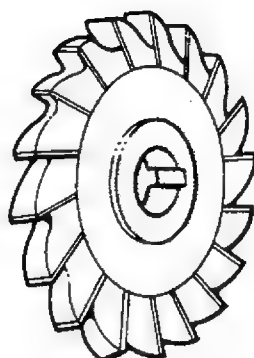
فرز پیشانی تراش



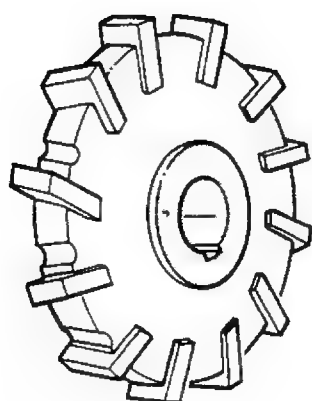
فرز انگشتی ریشه‌ای



فرز شیار تراش



فرز بغل و پیشانی تراش



فرز تیغه‌ای

شکل ۱۳-۵۱ انواع تیغه‌فرز پیشانی تراش.

ساخت این نوع تیغه، سطحی با عرض چشمگیر بین شیارها باقی می‌گذارند و سپس آن را به صورت خارج از مرکز کله‌زنی می‌کنند. از تیغه‌فرز نقش تراش می‌توان همراه تیغه‌های دیگر استفاده کرد و فرزکاری گروهی انجام داد. مزیت اصلی تیغه‌فرز نقش تراش آن است که چندین بار تیز می‌شود، بدون آنکه شکل لبه برنده آن تغییر کند.

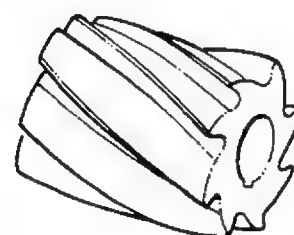
در تیغه‌فرز تیغه‌ای، دندانه‌هایی که لبه‌های برنده را تشکیل می‌دهند از فولاد تندبر ساخته می‌شوند و به صورت تیغه در قطعه‌ای از جنس فولاد نرم یا چدن ریختگی نصب می‌شوند. قیمت این تیغه‌ها مناسب است؛ تیغه‌های شکسته یا فرسوده را می‌توان به آسانی با تیغه‌های نو تعویض کرد. این روش برای ساخت تیغه‌فرزهای بزرگ اقتصادی است.

دسته‌بندی تیغه‌فرزها

تیغه‌فرزها را معمولاً به سه دسته تقسیم می‌کنند: تیغه‌فرزهای ساده، تیغه‌فرزهای پیشانی تراش و تیغه‌فرزهای فرم تراش.

تیغه‌فرزهای ساده انواع مختلفی مانند تیغه‌فرز غلتکی، با دندانه‌های موازی با محیط تیغه، و تیغه‌فرز مارپیچی، با دندانه‌های مارپیچی روی محیط تیغه، دارد (شکل ۱۳-۵۰). انواع تیغه‌فرز پیشانی تراش (شکل ۱۳-۵۱) عبارتند از:

۱. فرز پیشانی تراش، به ویژه تیغه‌فرز ساده نازک از هر دو خانواده تیغه‌های راسته‌بر و بغل تراش.
۲. فرز انگشتی ریشه‌ای، که قطر آن از ۲۵mm بیشتر است و می‌توان آن را از تنه جدا کرد؛



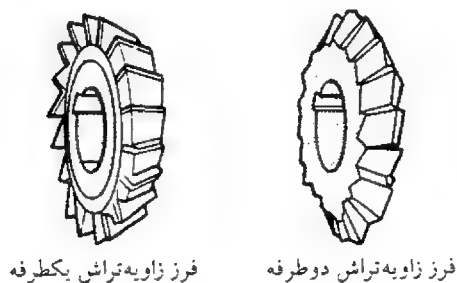
شکل ۱۳-۵۰ تیغه‌فرز مارپیچی ساده.

برای فرزکاری عمودی شیار یا جاخار از آن استفاده می شود؛

۶. فرز دوار، که برای انجام کارهای آزمایشی یا اضطراری، که فرصت و بودجه لازم برای ساخت فرزهای دیگر در اختیار نیست، بسیار مفید است.

۷. فرز قلاویز و برقو، چنانکه از نامش پیداست برای تراشیدن قلاویز و برقو به کار می رود. این نوع تیغه اساساً فرز زاویه تراش دوطرفه ای است که نوک دندانه های آن کاملاً گرد شده است. این تیغه ها را در اندازه های مختلف تولید می کنند و روی هر اندازه آن، گستره قطر قلاویزها و برقو هایی که با آن می توان تراشید، حک شده است.

تیغه فرز را، بسته به جهت چرخش آن، وقتی از پشت



۳. فرز شیار تراش، که هم بغل و هم رویه آن لبه برنده دارد؛ شبیه تیغه فرز غلتکی، اما نازکتر از آن است.

۴. فرز اره، که شبیه تیغه فرز شیار تراش است، اما از آن نازکتر است و بغل های آن لبه برنده ندارند؛ بیشتر برای بریدن قطعات فلزی به کار می رود؛

۵. فرز بغل و پیشانی تراش، که هم بغل و هم رویه آن لبه برنده دارد؛

۶. تیغچه پیشانی تراش که دندانه های تیغچه ای دارد. اندازه های بزرگ آن که فقط در یک سر یا رویه لبه برنده دارند، فاقد تنه هستند و آنها را روی محور ماشین می بندند.

تیغه فرزهای فرم تراش به دو نوع برجسته و گود تقسیم می شوند که برای فرزکاری شیارهای گود و برجسته به کار می روند (شکل ۱۳-۵۲).

انواع دیگر تیغه فرز (شکل ۱۳-۵۳) عبارتند از:

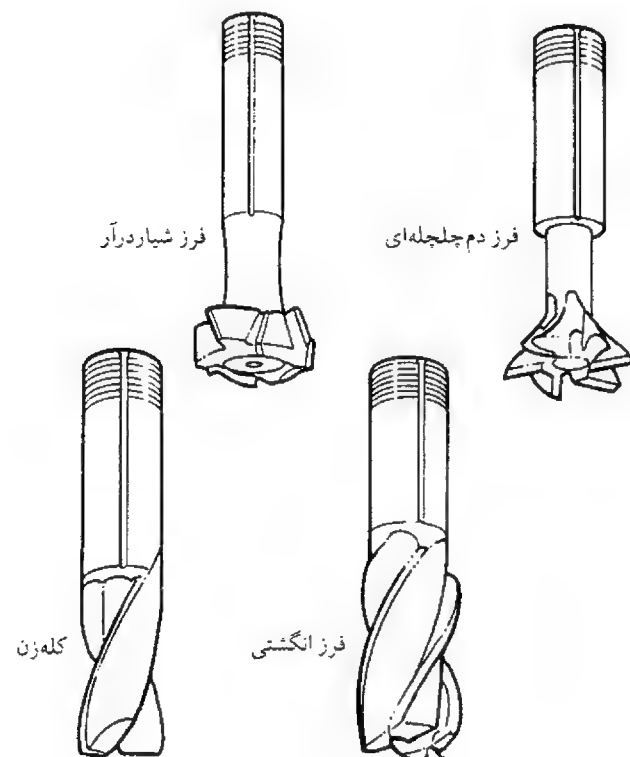
۱. فرز زاویه تراش که رویه ای مخروطی دارد و بغل آن نیز دندانه دار است؛

۲. فرز شیار درآر، نوعی تیغه فرز شیار تراش است که می توان با آن شیارهایی به شکل T تراشید؛

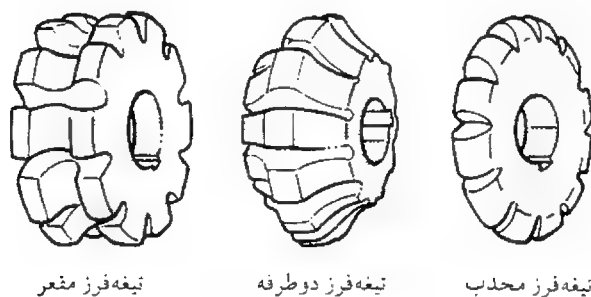
۳. فرز دم چلچله ای برای تراشیدن شیارهای دم چلچله ای به کار می رود؛

۴. فرز کله زن شبیه مته مارپیچ است و برای تراشیدن شیار به کار می رود؛

۵. فرز انگشتی، که محیط و سر آن دندانه دار است و به ویژه



شکل ۱۳-۵۳ انواع دیگر تیغه فرز.



شکل ۱۳-۵۲ تیغه فرزهای فرم تراش.

به محور می‌بندند، با چهار پیچ آنها را سفت می‌کنند و با دو گوشواره به چرخش درمی‌آورند.
در هنگام بستن تیغه به میله فرزبند نکات زیر را رعایت کنید:

۱. تیغه باید تا حد امکان به ستون نزدیک باشد، زیرا در اینجا، نسبت به انتهای میله فرزبند، محکمتر می‌شود.
۲. روی دو یا سه دنده اول میله فرزبند حلقه فاصله‌انداز بیندازید تا مهره آنها را سفت در جای خود نگه دارد.
۳. سوراخها و سطوح حلقه‌ها و تیغه را واریسی کنید که تمیز باشند. اگر گرد و غبار یا چیز دیگری بین آنها باشد، نیروی گیرش را کاهش می‌دهد؛ همین نیروست که تیغه را به حرکت درمی‌آورد و می‌تواند سبب نامیزان شدن تیغه، یا در مورد فرز شیارتراش، ایجاد شیار با عرض بیشتر از عرض عادی شود.
۴. وقتی تکیه‌گاه میله فرزبند در جای خود قرار ندارد نباید میله فرزبند را سفت کنید، زیرا ممکن است سبب نامیزانی میله فرزبند شود؛ در نتیجه تیغه‌فرز لنگ خواهد زد و بازده ماشین به شدت کاهش خواهد یافت.

عوامل مؤثر بر بازده و هزینه عملیات فرزکاری

در هنگام تصمیم‌گیری برای انجام عملیات فرزکاری باید عاملهای زیر را در نظر گرفت.
ماشین‌فرز باید محکم باشد تا بتواند نیروها و ضربه ناشی از فلزتراشی را جذب کند. این ماشین را باید همواره در شرایط خوبی نگه داشت.
تیغه‌فرز را می‌توان چندین بار به کار برد، بدون اینکه آسیبی ببیند. تیغه‌ای را دقیق می‌نامند که بتواند قطعه مورد نظر را تولید کند. بازده تیغه را برحسب تعداد قطعاتی که پس از هر بار تیز شدن می‌توان با آن تراشید، می‌سنجند.
تیغه‌فرز باید قابل اعتماد و بادوام باشد. تیغه‌فرز را باید طوری ساخت که برای انجام کار مورد نظر مناسب باشد. برای عملیات خشن تراشی از تیغه‌های دندانه‌درشت استفاده کنید. فلزات نرم و شکلپذیر را با تیغه‌هایی فرزکاری کنید که

ماشین یا از پشت تیغه به آن نگاه کنیم، راستگرد یا چپگرد می‌نامند. تیغه‌فرز را می‌توان به هر دو صورت روی میله فرزبند نصب کرد.

فرز انگشتی چپگرد، مارپیچ راستگرد دارد و برعکس، به طوری که نیروی وارد بر دندانه، در هنگام براده‌برداری، به سفت شدن تیغه در محور کمک کند و آن را شل نکند. این نکته در مورد فرزهای غلتکی مارپیچی نیز صادق است.

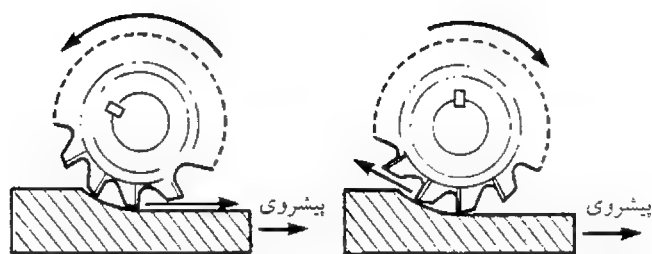
بستن تیغه‌فرز به ماشین

استاندارد کردن سه محور ماشین‌فرز

تیغه‌فرز روی محور ماشین‌فرز بسته می‌شود و به وسیله آن به چرخش در می‌آید. محور ماشین‌فرز را طوری طراحی می‌کنند که بتواند تیغه‌فرز را بگیرد و آن را بچرخاند، خواه روی میله فرزبند نصب شده باشد، خواه در رابط قرار گرفته باشد، داخل کولت باشد، یا روی محور پیچیده شده باشد. گذشته از آنکه همه میله‌های فرزبند و تیغه‌های پیشانی‌تراشی، روی همه ماشینهای ساخت سازنده‌های مختلف قابل نصب‌اند، و تنوع اندازه‌ها و انواع حذف شده است، استانداردسازی بهترین ویژگیهای ماشینهای قدیمی را حفظ کرده و آنها را ارتقاء داده است.

میله فرزبند، به جای اتکا بر مخروط و زیانه، به وسیله دو گوشواره به چرخش درمی‌آید. برای محکم کردن میله فرزبند از پیچ استفاده می‌شود. این پیچ به میله فرزبند صدمه نمی‌زند. برای باز کردن میله فرزبند، کافی است که پیچ را کاملاً باز کنید، سپس تکیه‌گاه میله فرزبند را باز کنید و بیرون بکشید؛ آن‌گاه می‌توانید میله فرزبند را بیرون بکشید. سر ورودی میله فرزبند صاف است و در بخش صاف دماغه محور جای می‌گیرد تا سوراخ رزوه شده آن در مقابل پیچ محور قرار گیرد.

برای استفاده از انواع قدیمی میله فرزبند روی ماشینهای جدید، رابطهایی ساخته شده است. دنباله رزوه شده پیچ محور، بعضی از رابطها را می‌گیرد. تیغه‌های پیشانی‌تراشی را



زاویه براده بزرگ (10° تا 20°) داشته باشند. تیغه‌هایی که زاویه براده کوچک (0° تا 10°) دارند، برای فرزکاری مواد سخت و شکننده مناسب‌اند. بهترین زاویه براده، به طور میانگین، بین 10° و 15° است. تیغه‌فرزی با زاویه براده 12.5° ، برای انجام همه کارهای فرزکاری مناسب است.

اندازه و شکل قطعه کار بر نوع تیغه و نیز سرعت و پیشروی مجاز، تأثیر می‌گذارد. برای فرزکاری قطعات نازک، پیشروی را کم انتخاب کنید تا قطعه کار نلرزد یا نشکند. وقتی از تیغه‌ای با زاویه مارپیچ بزرگ استفاده می‌کنید، سطح حاصل هموار خواهد بود. و ابزار به داخل قطعه کار کشیده نمی‌شود. بدین ترتیب می‌توان پیشروی را، در مقایسه با تیغه‌های دارای زاویه مارپیچ کوچک یا شیارهای مستقیم، بیشتر گرفت.

وسیله گرفتن قطعه کار باید بتواند خودش و قطعه کار را چنان نگه دارد که لرزش به حداقل برسد. اگر این وسیله نتواند قطعه کار را خوب بگیرد، حاصل کار ناصافی سطح، دقت پایین و لرزش ابزار خواهد بود.

اگر صافی سطح بسیار بالایی مورد نظر است، باید پیشروی را نسبتاً آهسته انجام داد تا اثر دندان‌ها یا چرخش تیغه باقی نماند.

دسته‌بندی روشهای فرزکاری

فرزکاری به دو روش کاملاً متمایز انجام می‌شود: فرزکاری معمولی یا فرابری و فرزکاری همسو یا فروبری.

در فرزکاری معمولی (شکل ۱۳-۵۴)، قطعه کار در جهت مخالف چرخش تیغه باردهی می‌شود و در نتیجه نیرویی به وجود می‌آید که قطعه کار را به سمت تیغه بالا می‌برد و تیغه به درون قطعه کار فرو می‌رود. در این روش ضخامت براده، به طور یکنواخت، در پایان تراش افزایش می‌یابد. این فرایند را گاهی فرزکاری فرابری نیز می‌نامند.

در فرزکاری همسو (شکل ۱۳-۵۵)، قطعه کار را در جهت تیغه پیشروی می‌دهند. در این روش تیغه تمایل دارد که از قطعه کار دور شود و آن را به سطح اتکایش بفشارد. در این حالت ضخامت براده، به طور یکنواخت، از مقدار حداقلی در آغاز تراش کاهش می‌یابد و در پایان تراش به صفر

می‌رسد. فرزکاری همسو مزایایی به شرح زیر دارد:

۱. این نوع فرزکاری را می‌توان روی انواع قطعه کار انجام داد؛ با استفاده از این روش تعداد قطعاتی که پس از هر بار تیز کردن تیغه تولید می‌شود افزایش می‌یابد و صافی سطح قطعات مطلوبتر می‌شود.

۲. میزان تولید افزایش می‌یابد، زیرا می‌توانید عملیات فرزکاری را در هر دو سر میز ماشین انجام دهید. در حین تیغه‌فرز، قطعه کار بسته شده به یک گیره را می‌تراشد، می‌توانید به گیره دوم قطعه ببندید یا از آن قطعه باز کنید.

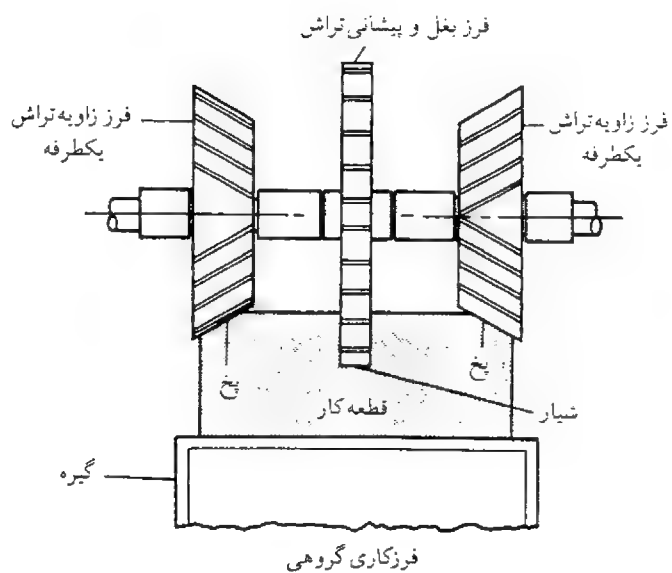
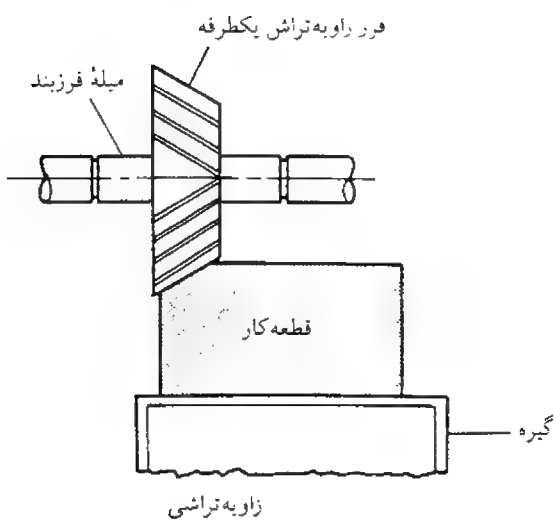
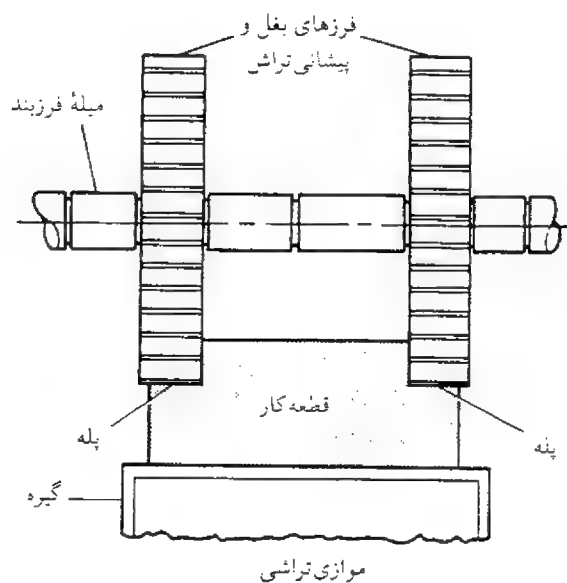
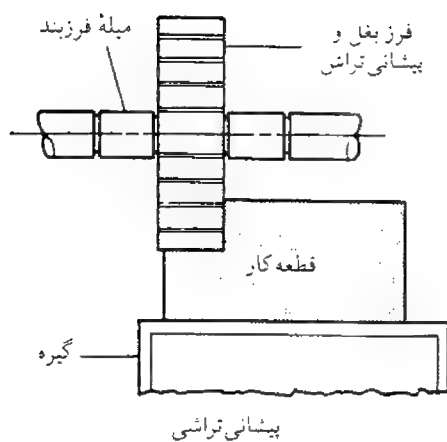
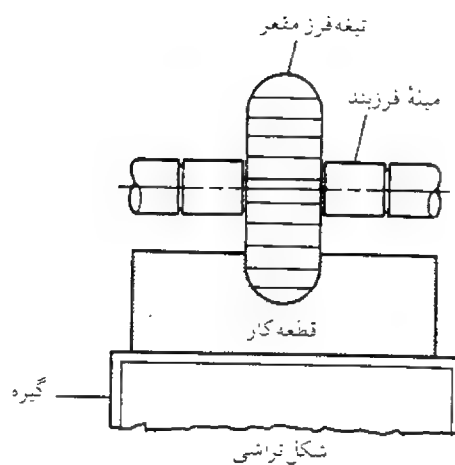
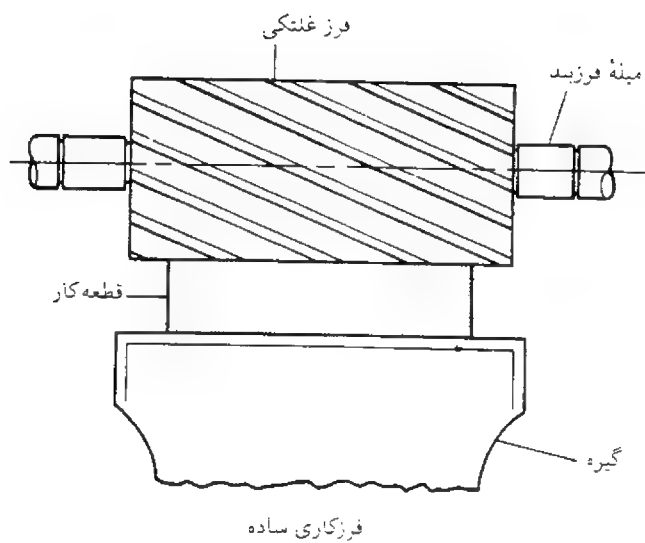
۳. شیارهای نازک حاصل از فرزکاری با فرز اره، در فرزکاری همسو مطلوبتر از فرزکاری معمولی است.

۴. در این روش قطعه کار محکمتر در جای خود می‌ماند، زیرا تیغه‌فرز نیز قطعه را به گیره و به میز ماشین می‌فشارد.

عملیات فرزکاری متداول

ماشین‌فرز ماشینی بسیار مفید است و می‌توان انواع مختلف عملیات را روی آن انجام داد. در شکل ۱۳-۵۶ بعضی از عملیات فرزکاری متداولتر نشان داده شده است:

۱. فرزکاری ساده یا فرزکاری با تیغه غلتکی: تولید سطحی تخت به موازات محور تیغه‌فرز؛
۲. پیشانی‌تراشی: تولید سطحی تخت در امتداد عمود بر محور تیغه‌فرز؛
۳. زاویه‌تراشی: تولید سطحی تخت با زاویه دلخواه نسبت به محور تیغه‌فرز؛



شکل ۱۳-۵۶ عملیات فرزکاری متداول.

۴. شکل تراشی: تولید سطحی با طرح نامنظم، مثلاً شیارهای گود و برجسته؛

۵. خیاره تراشی: ایجاد شیار روی مته، برقو، قلاویز و غیره؛

۶. موازی تراشی: فرزکاری همزمان دو طرف قطعه کار با استفاده از دو تیغه فرز بغل تراش؛

۷. فرزکاری گروهی: استفاده از دو یا چند تیغه فرز روی یک میله فرزبند؛

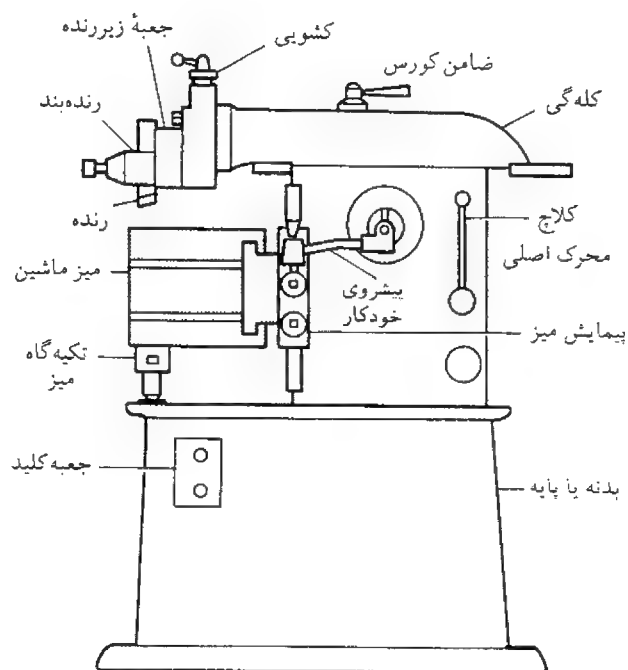
۸. کپی تراشی: فرزکاری شکلی از پیش معین، با استفاده از شابلون و میله راهنما؛

۹. دستی تراشی: فرزکاری شکلی کم و بیش نامنظم، با هدایت دست.

عملیات تخصصی دیگری مانند اره کاری، شیارزنی، کله زنی و دنده تراشی نیز با استفاده از ماشین فرز انجام می شود.

صفحه تراش

در کارگاه ماشین ابزار، علاوه بر ماشین تراش معمولی که برای تراشیدن محور یا مخروط به کار می آید، ماشینهایی برای تراشیدن سطوح تخت نیز لازم است. یکی از این



شکل ۵۷-۱۳ صفحه تراش.

ماشینها صفحه تراش است که بیشتر برای تولید سطوح تخت، شیارهای جناغی، ریلها و جاخارهای جناغی به کار می رود (شکل ۱۳-۵۷).

اصول کار صفحه تراش

ماشین صفحه تراش طوری ساخته شده که، با استفاده از بادامک، لنگ یا پین لنگ، حرکت چرخشی را به حرکت رفت و برگشتی تبدیل کند.

در صفحه تراش استاندارد از پین لنگ استفاده می شود. در این ماشین، حرکت چرخشی چرخنده ای بزرگ به نام چرخ ابزار یا دنده گاوی، از طریق پین لنگ و بازویی نوسانگر به بازوی رفت و برگشتی انتقال می یابد و آن را به حرکت رفت و برگشتی (جلو - عقب) وادار می کند.

صفحه تراشها را برحسب اندازه طول حداکثری که می توانند براده برداری کنند دسته بندی می کنند، بنابراین صفحه تراشی با اندازه مفروض، می تواند قطعه کاری مکعبی را که طول هر ضلع آن با اندازه ماشین معادل باشد بگیرد و ماشینکاری کند.

اجزا و کارکردهای صفحه تراش

قلم صفحه تراشی به وسیله یک پیچ به رنده بند بسته می شود. رنده بند روی جعبه زیررنده نصب می شود که با پینی لولا شده است و به قلم امکان می دهد در حرکت برگشت کله گی صفحه تراش بالا بیاید و از سطح قطعه کار جدا شود. کله گی بخش متحرک صفحه تراش است و کله گی لولایی، رنده بند و جعبه زیررنده بند را حمل می کند. حفاظ کله گی آن را در ناحیه پشت ماشین می پوشاند و بستر کله گی مسیری است که کله گی روی آن حرکت می کند.

کله گی لولایی باردهی تحت زاویه مطلوب را امکانپذیر می کند. وقتی از این وسیله استفاده می کنید و طول کورس زیاد است، مراقب باشید که کاملاً از بدنه ماشین جدا شود. فلکه دستی کناری عمق تراش را کنترل می کند. در هنگام تراش سطوح عمودی یا زاویه دار نیز از این فلکه استفاده می شود.

خود بلغزد و بالا و پایین برود. مکان پین لنگ در شیار چرخ ابزار تعیین کننده طول کورس صفحه تراش است: هر چه پین لنگ از مرکز چرخ دورتر باشد، کورس صفحه تراش طولانیتر است.

سرعت صفحه تراش

در حین صفحه تراشی با دو نوع سرعت سر و کار داریم: سرعت تراش و سرعت حرکت.

سرعت تراش سرعت عبور لبه برنده قلم از روی ماده است. سرعت حرکت، که سرعت ماشین صفحه تراش است و معمولاً برحسب تعداد حرکات در دقیقه بیان می شود، به وسیله جعبه دنده ای تأمین می شود که مستقیماً به چرخدنده ای متصل است و این چرخدنده چرخ ابزار را به چرخش درمی آورد. سرعت حرکت نشان دهنده تعداد دفعاتی در هر دقیقه است که قلم از روی قطعه کار می گذرد (حرکات رفت و برگشت کله گی در دقیقه).

وقتی سرعت تراش افزایش می یابد، سرعت حرکت نیز افزایش می یابد. بنابراین برای یافتن سرعت صحیح برحسب متر در دقیقه، ابتدا و پیش از تعیین سرعت جعبه دنده، باید سرعت حرکت را تعیین کرد. سرعت حرکت با استفاده از فرمول زیر محاسبه می شود.

$$N = \frac{1000 \times S \times f}{L}$$

که در آن N سرعت حرکت برحسب تعداد حرکات در دقیقه، S سرعت تراش برحسب متر در دقیقه، L طول کورس برحسب میلیمتر و f نسبت زمان صرف شده برای فلز تراشی است.

مثال

برای محاسبه سرعت حرکت، وقتی سرعت تراش $32 \frac{\text{m}}{\text{min}}$ طول کورس 400 mm و نسبت زمان فلز تراشی به زمان برگشت ۵:۳ است، به ترتیب زیر عمل می کنیم:

$$N = \frac{1000 \times S \times f}{L}$$

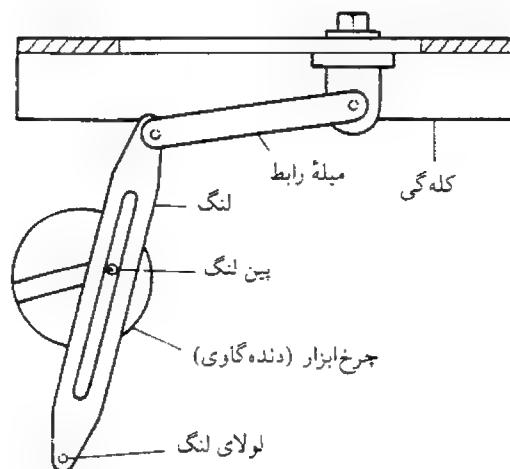
درجه کورس طول کورس حرکت کله گی را، برحسب اینچ یا میلیمتر نشان می دهد.

پایه میز تکیه گاه میز ماشین است؛ گیره نیز به میز ماشین تکیه دارد و قطعه کار را با پیچ مهره به گیره می بندند. میز ماشین و زین روی ریل عرضی قرار دارند و حفاظ براده ریل عرضی مانع ورود براده به ناحیه بین ستون و ریل عرضی می شود.

ستون تکیه گاه اصلی مکانیسم کاری صفحه تراش است. جعبه پیشروی حامل میز است؛ این جعبه روی ریل قفل می شود و روی آن به طرف راست و چپ می رود. پیچ پیشروی عرضی جعبه پیشروی را، روی ریل، به چپ و راست می برد. اهرم پیشروی عرضی وضعیت چپ، راست یا خنثی را ایجاد می کند و اهرم کلاچ ماشین را به کار می اندازد و متوقف می کند.

مکانیسم محرک

مکانیسم محرک صفحه تراش در شکل ۱۳-۵۸ نشان داده شده است. پین لنگ، که در مسیری دایره ای حرکت می کند، به شیار در چرخ ابزار متصل است و در شیار لنگ می لغزد. لنگ حول یک سر خود لولای شده است و سر دیگر آن به وسیله میله رابط به کله گی متصل است؛ میله رابط به لنگ امکان می دهد که بالا بیاید و پایین برود. اگر میله رابط حذف شود، آن گاه انتهای لنگ را شیاردار می سازند تا روی تکیه گاه



شکل ۱۳-۵۸ مکانیسم محرک ماشین صفحه تراش.

$$= \frac{1000 \times 32 \times \frac{5}{8}}{400}$$

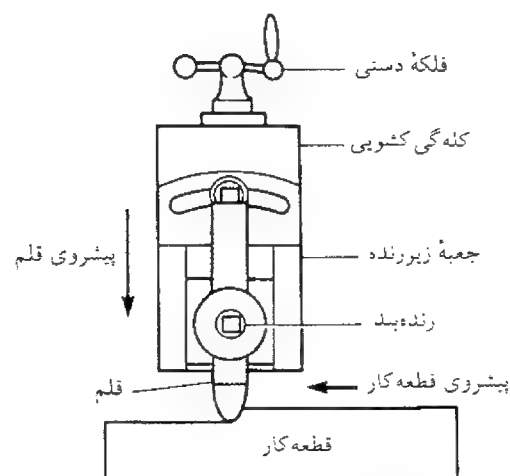
$$= 50 \text{ حرکت در دقیقه}$$

عملیات صفحه تراشی

با استفاده از صفحه تراش می توان عملیات متنوعی انجام داد، اما عملیات صفحه تراشی را معمولاً به چهار دسته تقسیم می کنند: صفحه تراشی افقی، صفحه تراشی عمودی، صفحه تراشی اریب و شیار تراشی.

در صفحه تراشی افقی (شکلهای ۱۳-۵۹ و ۱۳-۶۰)، سطحی موازی با سطح میز ماشین تولید می شود. در حین حرکت تراش (حرکت رفت) و زمانی که قلم برمی گردد تا دور بعدی تراش را آغاز کند (حرکت برگشت)، میز ماشین ثابت می ماند. اما درست پیش از آغاز دور بعدی تراش، میز ماشین بالا می آید تا پیشروی مورد نظر تأمین شود. عمق تراش به وسیله فلکه دستی کله گی کشویی انتخاب می شود. برای صفحه تراشی افقی، کله گی کشویی و جعبه زیررنده در وضعیت قائم، عمود بر میز ماشین، باقی می ماند.

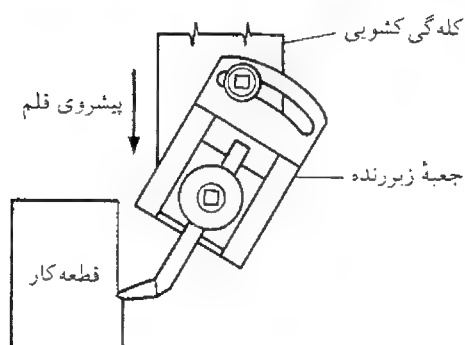
در صفحه تراشی عمودی (شکل ۱۳-۶۱)، سطحی عمود بر میز ماشین تولید می شود. جعبه زیررنده را در وضعیت خارج از مرکز تنظیم می کنند تا قلم بتواند به طرف سطحی که صفحه تراشی می شود حرکت کند. کله گی کشویی در وضعیت مرکزی، یعنی به حالت عمودی، می ماند. باردهی



شکل ۱۳-۵۹ صفحه تراشی افقی.



شکل ۱۳-۶۰ عملیات صفحه تراشی.



شکل ۱۳-۶۱ صفحه تراشی عمودی.

به صورت دستی و با استفاده از فلکه کله گی کشویی انجام می شود.

صفحه تراشی اریب (شکل ۱۳-۶۲) فرایند تولید سطوح مایل است که با صفحه افقی یا سطح میز ماشین زاویه ای تشکیل می دهند. برای این عمل، کله گی لولایی و کله گی کشویی را در وضعیت خارج از مرکز تنظیم می کنند تا قلم بتواند به سطح مورد نظر برای صفحه تراشی برسد. جعبه زیررنده در وضعیت مرکزی (قائم) باقی می ماند.

در شیار تراشی شیارها یا شکافهایی تولید می شود که وجوه آنها با محور عمودی صفحه تراش موازی است (شکل ۱۳-۶۳). کله گی لولایی، کله گی کشویی و جعبه زیررنده در وضعیت مرکزی، یعنی در وضعیت قائم و عمود بر میز ماشین، باقی می ماند.

در حین عمل فلز تراشی (حرکت رفت)، جعبه زیررنده بسته می ماند؛ این جعبه در حرکت برگشت باز و روی سطح

نگهداری ماشینها وجود دارد؛ متداولترین آنها روغنکاری است.

روغنکاری

روغنکاری عبارت است از روغن زدن یا گریس مالی سطوح فلزی که به هم ساییده می شوند و اگر روغنکاری نشوند، بر اثر اصطکاک، گرما تولید می کنند. روغنکاری نکردن سطوح سبب جلوگیری از حرکت آزادانه می شود و ممکن است به چسبیدن سطوح به هم منجر شود. روغنکاری، با کاهش اصطکاک، از اتلاف توان جلوگیری می کند، سایش را کاهش می دهد و سطوح فلز را خنک می کند.

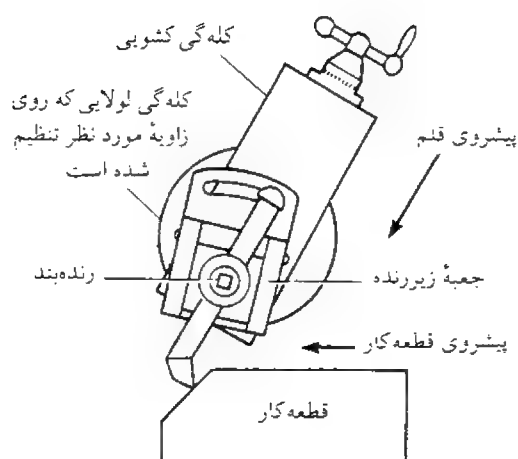
در انتخاب روغن دقت کنید. استفاده از روغن نامناسب ممکن است نتایج نامطلوبی داشته باشد.

روغنی با ویسکوزیته (غلظت) مناسب انتخاب کنید. اگر روغن بیش از حد غلیظ باشد، از حرکت آزاد جلوگیری می کند و سبب گرم شدن قطعات می شود. اگر روغن خیلی رقیق باشد نمی تواند بار وارد بر سطح را تحمل کند. روغن نباید اسیدی باشد زیرا ممکن است سبب خوردگی محورها و یاتاقانها شود. روغن باید کاملاً تمیز باشد؛ اگر ماده ای خارجی وارد یاتاقان شود یا بین دو سطح گیر کند، سبب سایش سریع می شود. متداولترین روغنهایی که برای ماشین آلات به کار می روند عبارت اند از:

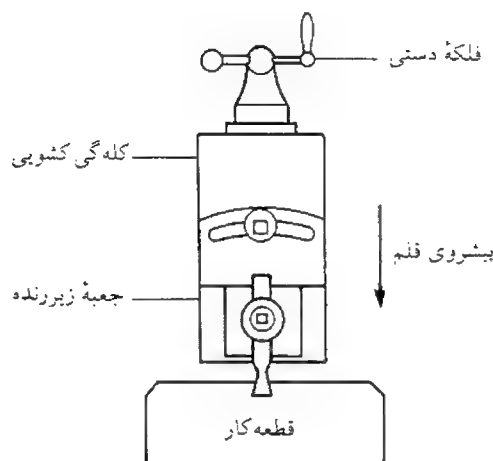
۱. روغنهای معدنی: روغنهای طبیعی تصفیه شده که به صورت روغن و گریس در دسترس اند؛
۲. روغنهای چربی: که از چربی حیوانات یا دانه های روغنی استخراج می شوند.

عملیات نگهداری روزمره

بهترین راه نگهداری ماشینها و تجهیزات کارگاهی انجام عملیات روزمره نگهداری است.



شکل ۱۳-۶۲ صفحه تراشی اریب



شکل ۱۳-۶۳ شیار تراشی با صفحه تراش.

قطعه کار کشیده می شود.

در هنگام تنظیم کله گی کشویی و جعبه زیررنده از میز ماشین به عنوان سطح مرجع استفاده می شود.

نگهداری

نگهداری پیشگیرانه ماشینها و تجهیزات کارگاه بسیار مهم است. با استفاده از این شیوه می توان از خراب شدن تجهیزات جلوگیری کرد، فرسایش و شکست قطعات را به حداقل رساند و به ماشینها و تجهیزات کمک کرد تا کار خود را به نحو احسن انجام دهند.

در کارگاههای آموزشی راههای متعددی برای

همه ماشینها و تجهیزات را باید، بلافاصله بعد از بهره‌برداری، تمیز کنید. اگر قرار نیست به زودی دوباره از ماشین استفاده شود، باید سطح همه قطعات متحرک آن را روغنکاری کنید. در طی تعطیلات باید عملیات کلی تعمیر و نگهداری انجام شود. این عملیات شامل است بر پیاده کردن قطعات برای پاک کردن روغن یا گریس خشک شده از روی سطوح متحرک، تعویض قطعات فرسوده و روغن‌زنی و گریس‌مالی سطوح و قطعاتی که باید روغنکاری شوند.

■ مرور مطالب این فصل

- سه نوع اصلی ماشین سنگ دستی عبارت‌اند از سنگ رومیزی، سنگ پایه‌دار و سنگ پرداخت.
- اجزای اصلی سنگ دستی عبارت‌اند از کله‌گی، محور، چرخ‌سنباده، تکیه‌گاه ابزار، حفاظ چرخ‌سنباده و سپر شفاف.
- چرخ‌سنباده از دانه‌های ساینده‌ای تشکیل می‌شود که به وسیله عامل چسباننده‌ای به نام زمینه، به هم متصل شده‌اند.
- چرخ‌سنباده را برحسب استحکام زمینه‌ای که دانه‌های ساینده را نگه می‌دارد درجه‌بندی می‌کنند.
- تکیه‌گاه ابزار را باید نزدیک به چرخ‌سنباده تنظیم کرد تا قطعه‌کار یا قلمی که سنگ زده می‌شود بین آنها گیر نیفتد.
- دریل ماشینی است که برای سوراخ کردن قطعه‌کار، با استفاده از ابزاری به نام مته به کار می‌رود. در کارگاه‌های آموزشی معمولاً از دو نوع دریل استفاده می‌شود: رومیزی و ستونی.
- پرمصرفترین مته‌ها عبارت‌اند از مته‌مارپیچ، مته صاف، مته تخت، مته مرکب (که آن را مته‌مرغک نیز می‌نامند)، مته‌خزینه و مته‌خزینه استوانه‌ای.
- از مته‌مارپیچ، مته تخت، مته‌مرغک و مته صاف برای آغاز سوراخکاری استفاده می‌شود، اما از بقیه مته‌ها برای کار روی سوراخهای موجود استفاده می‌کنند.
- دقت سوراخی که با دریل ایجاد می‌شود تابع عاملهای زیر است: سنبه‌نشان کردن نادرست، که سبب می‌شود مته سُر بخورد و سوراخ در نقطه مورد نظر ایجاد نشود؛ بد تیز کردن

مته، که سبب می‌شود زوایای برش نامساوی شوند؛ نادرستی زاویه آزادی؛ نادرستی زاویه نوک مته و برابر نبودن طول لبه‌ها، که هر دو باعث گشاد شدن سوراخ می‌شوند.

- ماشین‌تراش معمولی ماشین‌ابزاری است که بیشتر برای روتراشی (کاهش قطر) محورهای فلزی به کار می‌رود.
- اجزای اصلی ماشین‌تراش عبارت‌اند از پیش‌دستگاه، پس‌دستگاه، حماله، قوطی، صفحه رنده‌بند، کشوی عرضی، کشوی مرکب، پیچ جلوبر و محور پیشروی.
- اندازه ماشین‌تراش براساس قطر بزرگترین قطعه‌ای که می‌توان در آن چرخاند و حداکثر طول قطعه‌ای که می‌توان بین یک مرغک ثابت و یک مرغک متحرک بست تعیین می‌شود.
- ملحقات استاندارد ماشین‌تراش عبارت‌اند از لینت (کمربند)، صفحه‌مرغک، نوک‌گیر، صفحه‌نظام، سه‌نظام، چهارنظام و مرغک.
- برای بستن قطعه‌کار به ماشین‌تراش می‌توان از سه‌نظام، چهارنظام، مرغک، صفحه‌مرغک، صفحه‌نظام، میل متحرک و کولت استفاده کرد.
- قلمهای تراشکاری به سه شکل تیغه‌تراش، چهارپهلوی تیغچه الماسی و چهارپهلوی الماس‌گیر پیچی ساخته می‌شوند.
- زوایای اصلی مربوط به سنگ زدن قلمهای تراشکاری عبارت‌اند از زاویه آزادی جلو، زاویه آزادی بغل، زاویه جلوروی براده و زاویه کنارروی براده.
- زاویه جلوروی براده، بسته به جنس ماده‌ای که تراشیده می‌شود، می‌تواند مثبت، منفی یا صفر باشد.
- وقتی قلم تراشکاری را به رنده‌بند می‌بندید مراقب باشید که زیاد پیش‌آمده نباشد یا زیرسریهای آن به صورت نادرست چیده نشده باشند، زیرا این عیوب سبب انحراف قلم و ایجاد سطح ناصاف می‌شوند.
- در همه عملیات تراشکاری، نوک قلم باید با ارتفاع مرغک تنظیم شود.
- با استفاده از ماشین‌تراش می‌توان عملیاتی مانند پیشمانی‌تراشی، روتراشی، مخروط‌تراشی، برش،

داخل تراشی، آج زنی و پیچ تراشی انجام داد.

- ماشین فرز دو نوع اصلی دارد: افقی که در آن تیغه فرز روی میله فرزبند افقی بسته می شود، و عمودی که در آن تیغه فرز به محور عمودی دستگاه بسته می شود.
- ماشین فرز یونیورسال می تواند هر دو نوع عملیات افقی و عمودی را انجام دهد.

- دندانهای تیغه فرز را می توان به سه دسته تقسیم کرد: دندانۀ اره ای، دندانۀ شکلهی شده و دندانۀ تیغه ای.
- تیغه فرزها را در انواع مختلفی از قبیل فرز ساده، فرز پیشانی تراش، فرز انگشتی و فرز نقش تراش می سازند.
- با استفاده از ماشین فرز می توان عملیات مختلفی مانند فرزکاری با تیغه غلتکی، پیشانی تراشی، زاویه تراشی، شکل تراشی، موازی تراشی و فرزکاری گروهی انجام داد.
- صفحه تراشها را برحسب حداکثر طول تراشی که می توان روی آنها انجام داد دسته بندی می کنند.

- اجزای اصلی صفحه تراش عبارت اند از کله گی لولایی، کله گی کشویی، فلکه دستی، جعبه زیررنده، رنده بند و میز.
- عملیات صفحه تراشی را می توان به چهار دسته تقسیم کرد: صفحه تراشی افقی، صفحه تراشی عمودی، کج تراشی و شیار تراشی.

- در حین صفحه تراشی افقی، کله گی لولایی، کله گی کشویی و جعبه زیررنده، همگی روی محور ماشین تنظیم می شوند.

- در صفحه تراشی عمودی، جعبه زیررنده را خارج از مرکز تنظیم می کنند تا قلم بتواند به قطعه کار برسد.

- در کج تراشی، کله گی لولایی را خارج از مرکز، و طبق زاویه مورد نظر، تنظیم می کنند؛ جعبه زیررنده را نیز خارج از مرکز تنظیم می کنند تا قلم بتواند با قطعه کار تماس پیدا کند.

- در هنگام شیار تراشی، کله گی لولایی، کله گی کشویی و جعبه زیررنده در امتداد عمودی تنظیم می شوند.

- نگهداری، فرایند جلوگیری از خرابی ماشینها و حفظ آنها در شرایط خوب است.

- روغنکاری فرایند روغن زدن یا گریس مالی به قطعات یا سطوح متحرک ماشینهاست تا نیروی اصطکاک نامطلوب

کاهش یابد و قطعات بتوانند آزادانه حرکت کنند.

- برای روغنکاری باید از روغنی با ویسکوزیته مناسب استفاده کنید. اگر روغن خیلی غلیظ باشد، مانع حرکت آزادانه قطعات می شود و قطعات بیش از حد گرم می شوند. اگر روغن خیلی رقیق باشد، به سرعت خشک می شود و باز هم در نتیجه اصطکاک بین قطعات متحرک، گرمای زیادی تولید می شود.

- در هنگام روغنکاری مراقب باشید که هیچ ماده خارجی بین سطوح تکیه گاهی گیر نیفتد زیرا ممکن است سبب فرسایش ناخواسته شود.

- متداولترین روغنهایی که در روغنکاری به کار می روند عبارت اند از روغنهای معدنی و روغنهای چربی.

- انجام عملیات نگهداری روزمره تأثیر بسزایی در کار رضایتبخش ماشینها و تجهیزات دارد. نگهداری پیشگیرانه بهترین خط مشی است.

تمرین و پرسش

۱. منظور از اصطلاحات زیر در چرخ سنباده چیست؟

(الف) دانه

(ب) درجه

(ج) زمینه

۲. در هنگام انتخاب چرخ سنباده برای سنگ زدن مواد سخت و مواد نرم، چه عاملهایی را در نظر می گیرید؟

۳. (الف) منظور از زاویه ماریج متهماریج چیست؟

(ب) دو نوع زاویه ماریج را شرح دهید و اثر آنها را بر کاربرد متهم بیان کنید.

۴. آثار ناشی از بد تیز کردن متهماریج را، با رسم شکل، نشان دهید.

۵. کاربردهای اصلی اجزای زیر را، در ماشین تراش، شرح دهید:

(الف) صفحه رنده بند

(ب) کشوی عرضی

(ج) کشوی مرکب

(د) پس دستگاه

۶. الف) چرا برای پیچ تراشی روی ماشین تراش باید چرخنده انتخاب کنید؟

ب) یک مجموعه چرخنده ساده و یک مجموعه چرخنده مرکب را با رسم شکل نشان دهید. بخشهای مختلف شکل را نامگذاری کنید.

۷. عملیات فرزکاری زیر را، با رسم شکل، نمایش دهید؛ شکلها را نامگذاری کنید.

الف) فرزکاری با فرز غلتکی

ب) پیشانی تراشی

ج) زاویه تراشی

۸. عملیات زیر را، با رسم شکل، نشان دهید:

الف) فرزکاری معمولی

ب) فرزکاری همسو

۹. الف) عملیات اصلی صفحه تراشی را نام ببرید.

ب) دو تا از این عملیات را انتخاب کنید و آنها را، با رسم شکل، شرح دهید.

۱۰. ضرورت تهیه برنامه نگهداری روزمره برای ماشینها و تجهیزات را بیان کنید.

اطلاعات حرفه‌ای و پروژه‌ها

مقدمه

این فصل به دو بخش تقسیم می‌شود. در بخش اول بعضی اطلاعات پایه در مورد نحوه ورود به فعالیتهای صنعتی و اقتصادی ارائه می‌شود. در بخش دوم چند پروژه پیشنهادی ارائه می‌شود که با انجام آنها می‌توانید مهارت خود را در فرایندهای طراحی و ساخت افزایش دهید. اجرای این پروژه‌ها را به شما توصیه می‌کنیم.

اطلاعات حرفه‌ای

انواع مؤسسات اقتصادی

در هر کشور، شهروندان برای ادامه زندگی به کالاهای خدمات مختلف نیاز دارند. بعضی افراد، سازمانها و مؤسسات به توزیع و عرضه کالاهای و خدمات مورد نیاز شهروندان اشتغال دارند. مؤسساتی که به خرید و فروش توزیع مواد اولیه و کالاهای ساخته شده و ارائه خدمات مشغول‌اند، اساساً به دو بخش تقسیم می‌شوند: بخش دولتی و بخش خصوصی.

مؤسسات و سازمانهای تحت کنترل دولت را بخش دولتی می‌نامند.

این مؤسسات عموماً برای انجام امور عام‌المنفعه تأسیس می‌شوند. در این گونه مؤسسات سود انگیزه فعالیت نیست. در بعضی از کشورها خدمات پستی، خدمات بهداشتی و درمانی، پلیس و ارتش نهادهای بخش دولتی محسوب می‌شوند.

به طور کلی، هدف نهایی در مؤسسات بخش خصوصی کسب سود برای مالکان مؤسسه است.

مؤسسات و سازمانهایی که در مالکیت افراد خصوصی باشند و به وسیله آنها اداره شوند، خواه کوچک باشند و خواه بزرگ، و خواه فعالیت صنعتی داشته باشند و خواه فعالیت بازرگانی، بخش خصوصی را تشکیل می‌دهند.

دسته‌بندی مؤسسات

مؤسسات مختلف، اعم از دولتی و خصوصی، به سه دسته تقسیم می‌شوند: مؤسسات صنعتی، مؤسسات بازرگانی و مؤسسات خدماتی.

مؤسسات صنعتی اصولاً با تولید انواع مواد اولیه و فرآوری این مواد به صورتهای قابل فروش یا کالاهای مختلف برای مصرف عموم سر و کار دارند. مؤسساتی که در بخش ساختمان فعالیت می‌کنند نیز جزء مؤسسات صنعتی به شمار می‌روند.

مؤسسات بازرگانی به خرید و فروش مواد اولیه، قطعات و کالاهای مختلفی اشتغال دارند که در مؤسسات صنعتی تولید می‌شود. مؤسسات بازرگانی انواع مختلفی دارند و از جمله می‌توان به فروشگاههای کوچکی که فقط یک نفر آنها را اداره می‌کند، سوپرمارکتهای، فروشگاههای بزرگ زنجیره‌ای، و عمده‌فروشیها اشاره کرد.

مؤسسات خدماتی صرفاً با ارائه خدمات مختلف به سایر مؤسسات یا افراد سر و کار دارند. انواع مختلف خدماتی که این مؤسسات ارائه می‌دهند عبارت‌اند از انبارداری، حمل‌ونقل، تعمیر و نگهداری، بانکداری و امور مالی، بیمه، حسابداری، رستوران‌داری و مانند آن.

مؤسسات کوچک (تک مالک)

چنان که از نام این نوع مؤسسات پیداست، معمولاً کوچک اند و فقط یک نفر مالک آنهاست و آنها را اداره می‌کند. گستره فعالیت‌های آنها به شرح زیر است:

۱. بازرگانی، عمده‌فروشی و خرده‌فروشی؛

۲. تولید در مقیاس کوچک؛

۳. ماهیگیری در مقیاس کوچک؛

۴. کشاورزی در مقیاس کوچک؛

۵. فلزکاری و صنایع چوب؛

۶. تعمیر و نگهداری موتور؛

۷. کارهای برقی؛

۸. تعمیر رادیو و تلویزیون؛

۹. نقاشی و تزئینات؛

۱۰. معاملات ملکی؛

۱۱. رستوران؛

۱۲. مهمانخانه.

انجام امور روزمره این گونه مؤسسات کوچک معمولاً به عهده مالک آنهاست. گاه نیز ممکن است مالک مؤسسه شخصی را برای اداره امور آن استخدام کند. گاهی نیز اعضای خانواده به اداره این نوع مؤسسات می‌پردازند.

چون تعداد افرادی که در اداره این مؤسسات شرکت دارند کم است و غالباً با هم خویشاوند هستند، مالک یا مدیر مؤسسه، کارکنان را شخصاً می‌شناسد و از توانایی‌ها و ضعف‌های آنها مطلع است. بنابراین اداره این مؤسسات کار آسانی است. در این مؤسسات، در صورت بیماری یا غیبت یک کارگر، مالک/مدیر می‌تواند کار او را انجام دهد. تصمیم‌گیری در این قبیل مؤسسات به سرعت انجام می‌شود، زیرا مالک معمولاً ناگزیر نیست با دیگران مشورت کند. برقراری تماس‌های شخصی با مشتریان یا خریداران و فروشندگان آسان است. هر سودی که در این مؤسسه عاید شود، فقط متعلق به مالک مؤسسه است.

اما چون این مؤسسات به صورت تک‌نفری اداره

می‌شوند، در هنگام غیبت مدیر هیچ‌کس نمی‌داند وظایف او را چگونه انجام دهد و مؤسسه خسارت می‌بیند. مالک مؤسسه ممکن است از بعضی شگردهای مدیریتی، که برای موفقیت در کار ضروری هستند، مطلع نباشد و شاید وقت کافی برای انجام همه وظایف خود، در مقام مدیر، نداشته باشد. تأمین منابع مالی کافی، برای شروع کار مؤسسه یا توسعه آن، ممکن است دشوار باشد. وقتی مؤسسه ضرر کند، همه بدهی و مسئولیت به عهده مالک است.

شرکت

شرکت مؤسسه‌ای است که در آن دو یا چند نفر توافق کرده‌اند که فعالیتی را مشترکاً و با انگیزه کسب سود، انجام دهند. غالباً شرکا مهارت، تجربه، دانش، پول یا دارایی خود را به اشتراک می‌گذارند. شریکی که در اداره مؤسسه نقش نداشته باشد شریک غیرفعال نامیده می‌شود.

در این مؤسسات می‌توان کار و مسئولیت را بین شرکا تقسیم کرد. همیشه باید شخصی حاضر باشد که کارهای شریکی را که بیمار شده، به مرخصی رفته یا از شرکت جدا شده است، انجام دهد. در اداره امور شرکت، مشورت ضروری است و تصمیم‌ها به صورت جمعی گرفته می‌شود. اما ممکن است در شرکت کشمکش‌هایی نیز بروز کند، به ویژه هرگاه یکی از شرکا وظایف خود را به نحو احسن انجام ندهد یا درستکار نباشد. این نوع کشمکش‌های شخصی تأثیر بدی در اداره مؤسسه خواهد گذاشت.

تأسیس مؤسسه اقتصادی

تأسیس مؤسسه اقتصادی موضوع پیچیده‌ای است. ما در بحث خود سه عامل مهم را بررسی می‌کنیم: طرح‌ریزی، پیش‌بینی و بررسی بازار.

طرح‌ریزی

وقتی شخص یا گروهی از اشخاص قصد تأسیس مؤسسه‌ای را دارند، نخستین کاری که باید انجام دهند تصمیم‌گیری در مورد نوع فعالیت مؤسسه است:

تجارت اقلامی که تقاضای فوری یا آتی برای آنها وجود ندارد نیز غیرمنطقی است. بنابراین، باید اقدام به بررسی بازار کرد تا وضعیت کلی تقاضا برای اقلامی که مؤسسه قصد دارد خود را مشغول آنها کند، مشخص شود. این بررسی نباید به تقاضاهای مشتریان محدود شود؛ وضعیت عرضه را نیز باید بررسی کرد.

تصمیم نهایی

پس از تعیین اهداف و خط‌مشی کلی، شامل بررسی برای تأمین سرمایه اولیه، پیش‌بینی و بررسی بازار، در وضعیتی هستید که می‌توانید تصمیم بگیرید که آیا کار پیشنهادی امکانپذیر است و ارزش دنبال کردن دارد یا نه.

پروژه‌ها

در بخش دوم این فصل چند نمونه از پروژه‌های طراحی و ساخت ارائه می‌شود. هدف از انتخاب و ارائه این پروژه‌ها، آن است که هنرجویان، پس از پایان دوران آموزش، در صورتی که قصد داشته باشند وارد بازار کار شوند (به ویژه اگر بخواهند به شیوه خورش فرمایی کار کنند) قادر به طراحی و ساخت مصنوعات باشند که نیازهای خاصی را برطرف می‌کنند.

پروژه‌هایی که در این بخش مطرح می‌شوند، با هدف تعیین میزان فهم هنرجو از موضوعهای نظری و عملی شرح داده شده در متن کتاب، انتخاب شده‌اند. برگه‌های طراحی که برای هر پروژه تهیه می‌شوند به هنرجو امکان می‌دهند ایده‌های خود را به صورت ترسیمی به دیگران انتقال دهد؛ این برگه‌ها سابقه پروژه‌ها را نیز تشکیل می‌دهند.

چند پروژه طراحی

مثال ۱

در این مثال نحوه طراحی یک جاتخم‌مرغی را، پس از شناسایی مشکل به وسیله هنرجو، نشان می‌دهیم. مراحل کار به ترتیب زیر است:

۱. آیا قرار است مؤسسه مورد نظر در ساخت و تولید کالایی درگیر شود؟ اگر چنین است، چه کالایی را می‌خواهد تولید کند؟

۲. آیا قرار است به امور تجارتي پردازد؟ اگر چنین است، چه کالاهایی را می‌خواهد خرید و فروش کند؟

۳. آیا قرار است در بخش خدمات فعالیت کند؟ اگر چنین است چه نوع خدماتی ارائه خواهد کرد؟

در نتیجه انجام این تحلیل، اهداف مؤسسه مشخص خواهد شد. مسائل بعدی به شرح زیر است:

۱. مؤسسه مورد نظر در کجا فعالیت خواهد کرد؟

۲. آیا زمینی وجود دارد که فروشگاه یا کارگاه در آن ساخته شود؟ یا ساختمان آماده‌ای برای این کار در اختیار هست؟

۳. نیروی کار از چه کسانی تشکیل خواهد شد؟

۴. آیا منابع مالی کافی برای شروع کار تأمین شده است؟

نوشته‌ای که دربرگیرنده همه نکات و اهداف فوق باشد خط‌مشی مؤسسه است.

پیش‌بینی

وقتی خط‌مشی مؤسسه تعیین شد، باید چشم‌اندازهای آینده فعالیت مورد نظر را، هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت، بررسی کرد. ارزیابی آثار رویدادهای احتمالی آینده بر فعالیتهای مؤسسه ضرورت دارد. مثلاً، چه اقدامی باید به عمل آورد هرگاه:

۱. اقتصاد عمومی کشور تغییر کند؟

۲. در کشور تغییرات سیاسی پدید آید؟

۳. قیمت مواد اولیه یا کالاهای ساخته شده افزایش یابد؟

۴. تعداد رقبا افزایش پیدا کند؟

بررسی بازار

اقدام به تولید کالایی که تقاضایی برای خرید آن وجود ندارد کار عاقلانه‌ای نیست. به همین ترتیب، ورود به عرصه

مثال ۲

۱. موقعیت: نیاز به طراحی و ساخت کالا شناسایی شده است (شکل ۱۴-۱).

۲. خلاصه طرح: آنچه باید طراحی و ساخته شود، به وضوح بیان شده است (شکل ۱۴-۱).

۳. تحقیق: پرسشهای لازم مطرح شده‌اند تا اطلاعات بیشتری در مورد مسئله به دست آید (شکل ۱۴-۱).

۴. خلق ایده‌ها: ایده‌هایی که ممکن است به یافتن راه حل منتهی شوند، به صورت طرح ساده، یادداشت و غیره ثبت شده‌اند. از میان چهار ایده، یکی انتخاب شده و در مرحله بعد روی آن بیشتر کار شده است (شکل ۱۴-۲).

۵. تکمیل ایده انتخاب شده: بهترین ایده‌ها در هر بخش تکمیل شده و از ترکیب آنها ایده نهایی حاصل شده است (شکل‌های ۱۴-۳ و ۱۴-۴).

۶. نقشه‌های اجرایی: شامل گسترده سطوح (با ابعاد) کل قطعه کار (شکل ۱۴-۵). انتخاب قطعه یکپارچه به صرفه نزدیک است (زیرا به لحیمکاری یا پرچکاری نیاز ندارد). می‌توان مقیاس مناسبی انتخاب کرد. وقتی قطعه کار را روی خطوط خمکاری خم کنیم، شکل واقعی مصنوع مورد نظر ایجاد می‌شود. روی نقشه مهندسی جاتخم مرغی می‌توان ابعاد کل را وارد کرد (شکل ۱۴-۶).

۷. آزمون/ارزیابی: محصول طراحی شده، ساخته شده و براساس خلاصه طرح ارزیابی می‌شود. محصول تولیدی بسیار زیبا، پایدار و ایمن بود و به قول طراح:

- «جاتخم مرغی بسیار زیباست».
- «پایه آن، اگرچه از قسمت بالایی کوچکتر است، خواه وقتی که در همه سوراخها تخم مرغ قرار دارد و خواه وقتی که فقط در یک سوراخ تخم مرغ هست، تکیه گاه خوب و پایداری است».
- «این مصنوع بسیار ایمن است و نگهداری و مراقبت از آن آسان است».

در این مثال فرایند طراحی یک رخت‌آویز را نشان می‌دهیم. مراحل‌ی که در مورد مثال اول برشمردیم، در این مثال نیز تکرار می‌شوند. اما در مرحله تحلیل و تحقیق، طرح رخت‌آویزهای موجود را نیز گنجانده‌ایم (شکل ۱۴-۷).

۱. خلق ایده‌ها: چند ایده خوب ترسیم شده است. براساس این طرحهای ساده می‌توان بهترین ایده را انتخاب کرد (شکل ۱۴-۸).

۲. تکمیل ایده انتخابی: در تکمیل ایده انتخابی، از چند طرح ساده و یادداشت برای توجه تصمیم‌گیرها استفاده شده است (شکل ۱۴-۸).

۳. نقشه‌های اجرایی: جزئیات قطعات، با ابعاد، و با مقیاس ۱:۲ ترسیم شده است (شکل ۱۴-۹).

۴. ارزیابی: راه حل نهایی آزموده و ارزیابی شد و مشخص شد که رخت‌آویز پیشنهادی، قابل حمل، ایمن، تاشو و ضد زنگ است (زیرا رنگ می‌شود).

مثال ۳

در این مثال طراحی و ساخت قفل دزدایمن را نشان می‌دهیم. روش مورد استفاده با روشی که در دو مثال اول دیدیم اندکی تفاوت دارد.

۱. موقعیت: مسئله مورد نظر به اختصار بیان شده است (شکل ۱۴-۱۰).

۲. خلاصه طرح: توصیف روشن آنچه باید طراحی و ساخته شود (شکل ۱۴-۱۰).

۳. مشخصات فنی: شرایطی که این وسیله باید داشته باشد برشمرده شده است (مثلاً ایمنی در استفاده، استحکام کافی) (شکل ۱۴-۱۰).

۴. تحقیق: هنرجو برای مطرح کردن پرسشهای اساسی خود از نمودار دایره‌ای استفاده می‌کند (شکل ۱۴-۱۰).

روش تعیین قطر نفخ مرغ

ابتدا نفی را در نفخ مرغ می بندیم و سپس نخ را باز می کنیم و طول آن را با فک کش اندازه می گیریم. محیط نفخ مرغ برابر است با فاصله بین دو نقطه A و B که همان طول نخ است.



$$\pi d = (x)$$

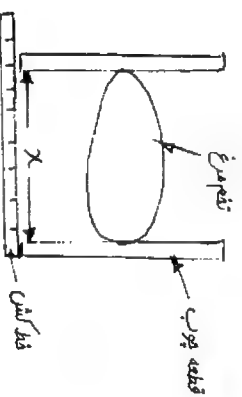
$$\frac{x}{\pi} = (d)$$

ارتفاع جاتنفخ مرغی

برای آنکه نفخ مرغ درست در جاتنفخ مرغی قرار بگیرد، باید جاتنفخ مرغی آن را چند میلیمتر بالاتر از سطح میز نگه دارد تا نفخ مرغ پایدار بماند.

روش تعیین ارتفاع نفخ مرغ

نفخ مرغ را بین دو قطعه چوب (مطابق شکل) قرار می دهیم و فاصله چوبها را اندازه گیری می کنیم.



$$x = \text{ارتفاع نفخ مرغ}$$

موقعیت

غذایی که سر میز آورده می شود، گاهی سرپوش ندارد، در نتیجه نفخ مرغ پخته پوست کنده که با بشقاب سر میز آورده می شود بپوشانی نیست. اگر بتوان نفخ مرغ پخته را با پوست سر میز آورد بهرآشت رعایت می شود. اما گاه داشتن نفخ مرغ پوست کنده در بشقاب دشوار است.

علامه طرح

می خواهیم یک جاتنفخ مرغی طراحی کنیم که بتوان نفخ مرغهای پخته را در آن قرار داد و سر میز غذا آورد. این جاتنفخ مرغی باید زیبا باشد و سر میز، جنبه تزئینی هم داشته باشد. جاتنفخ مرغی مورد نظر باید پایدار باشد و نباید استفاده از آن فیزی در بر داشته باشد.

تحقیق

- ۱) چرا باید برای نفخ مرغ پخته جاتنفخ مرغی درست کرد؟
- ۲)بعاد یک نفخ مرغ متوسط چقدر است؟
- ۳) ارتفاع جاتنفخ مرغی چقدر باید باشد؟

تاریخ :

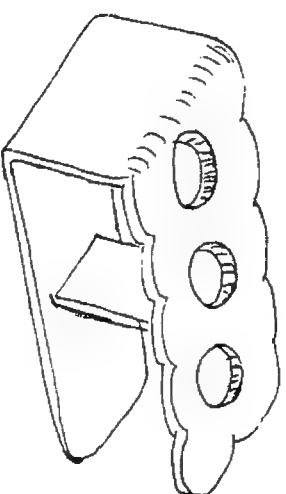
کلاس :

جاتنفخ مرغی

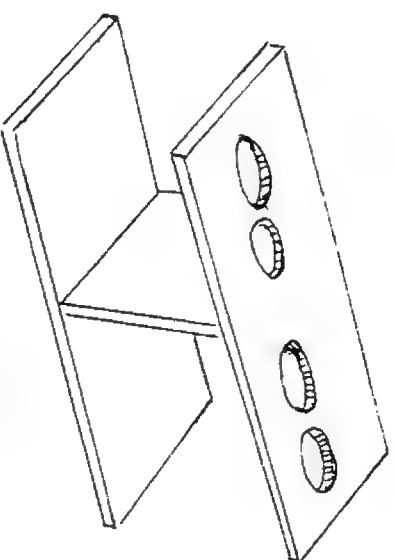
مهری :

فنس با تفهم مرخی

با تفهم مرخی، را از چه فنسی باید ساخت؟ پورت با تفهم مرخی با مواد غذایی تماس پیدا می کند بنابراین آن را از ماده ای ساخت که با مواد غذایی واکنش فیزیکی یا شیمیایی انجام دهد. مثلاً می توان از نقره، فولاد زنگ نزن، آلومینیوم، برنج و فولاد نرم نام برد.

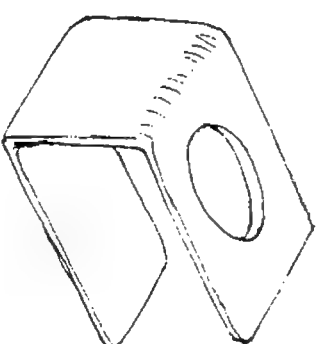


با تفهم مرخی با سطح گل مانند که ۳۰ تفهم مرخ در آن جای می گیرد و نگه گاهی در وسط دارد.



طرح انتقادی

با تفهم مرخی پایه دار که چهار تفهم مرخ در آن جای می گیرد.



با تفهم مرخی فلزی به شکل دانه، اگر چه متناسب است، اما فقط یک تفهم مرخ در آن جای می گیرد.

فلزی ایده ها



دست، رنگی از فنس فلزی که فقط یک تفهم مرخ را می گیرد و تعمیر کردن آن آسان نیست.

تاریخ:

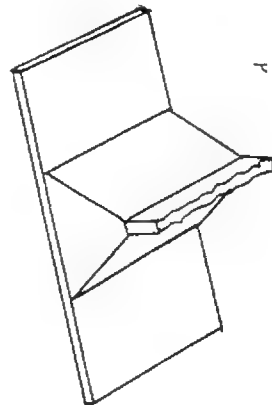
کلاس:

با تفهم مرخی

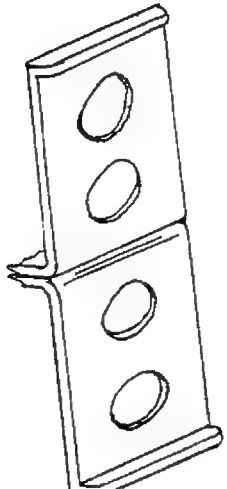
مهری:

تکمیل ایده انتخابی

تکمیل رويه

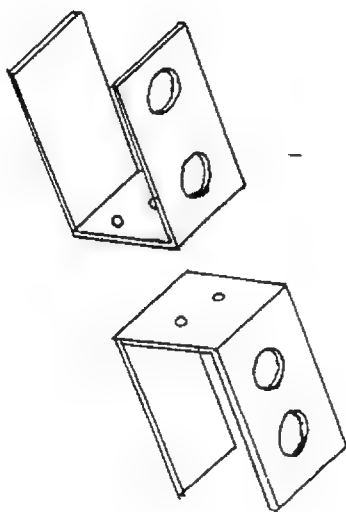


قطعه مثلثی پوشش‌ری شده به پایه و رویه.
بیش از اندازه سنگین است



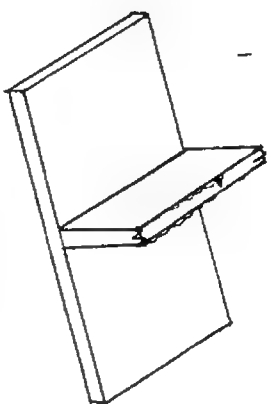
قطعه یک‌تکه از ورق ۰ با لبه‌های برهسته

طرح انتخابی



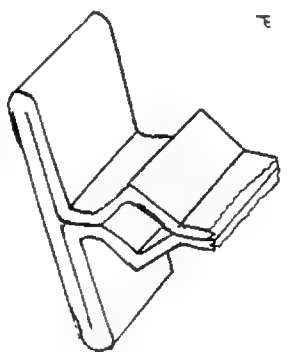
دو قطعه فنر جدا از هم به شکل دایره که به هم
پیرچ می‌شوند. به اندازه کافی جنبه تزئینی ندارد

تکمیل پایه

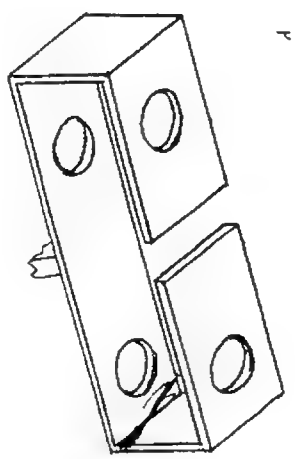


قطعه مستطیلی پوشش‌ری شده به پایه.
فیللی پایدار نیست.

طرح انتخابی



ورق یک‌تکه تاشده و شکل‌یافته به صورت
قطعه‌ای تزئینی، ایده قوی‌تری است.



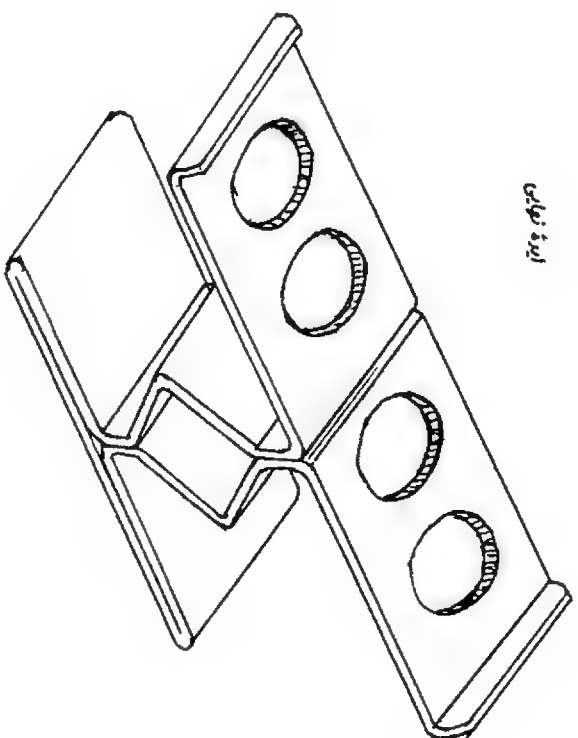
این طرح ۰ اگرچه مناسب است، مقدار زیادی جنس هدررفت
می‌کند و ظرافت هم ندارد

تاریخ:

کلاس:

مهری:

ایرڈ نهایی



تاریخ :

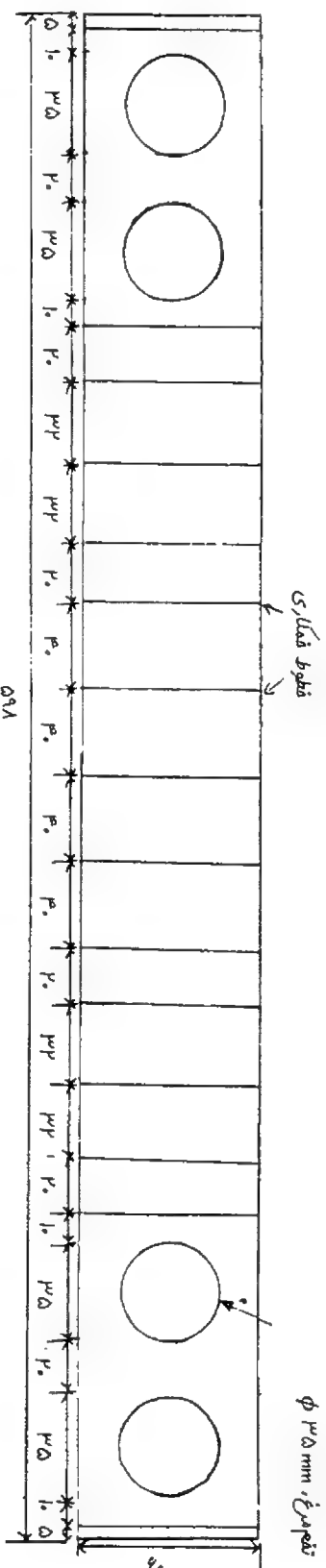
کلاس :

مهری :

شکل ۱۴ - ۴ مثال ۱ : ایرڈ نهایی.

گسترش سطح با نظم مرغی

۳ سوراخ برای قرار دادن
نظم مرغ، $\phi 35 \text{ mm}$



شکل مقیاس ندارد

همه ابعاد به میلیمتر

۵۹۸ × ۶۰ × ۳ mm	ورق آلومینیم	با نظم مرغی	۱	۱
ابعاد	جنس	شرح	تعداد	قطعه
فهرست برشکاری				

تاریخ:

کلاس:

مهری:

شکل ۱۴-۵ مثال ۱: گسترش سطح

موقعیت

مدیر مؤسسه‌ای با مشکل عمل رفت‌آویز بزرگ، از خانه به دفتر، برای آویزان کردن پالتوی خود، روبه‌رو شده است.

خلاصه طرح

می‌خواهیم وسیله‌ای طراحی کنیم که مدیر این مؤسسه بتواند پالتوی خود را از آن آویزان کند.

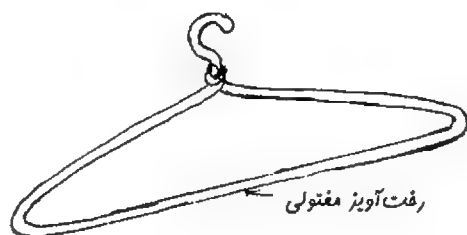
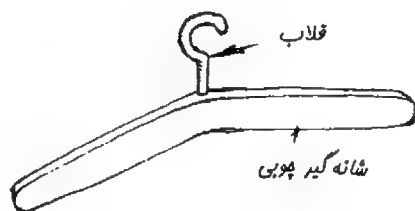
مشخصات فنی

- وسیله مورد نظر باید قابل عمل باشد و بتوان آن را در کیف دستی قرار داد
- باید ایمن باشد
- باید محکم باشد
- مهم آن نباید زیاد باشد
- باید تاشو باشد
- نباید زنگ بزند

تحلیل و تحقیق

۱. برای آویزان کردن پالتو از چه وسایلی استفاده می‌شود؟
۲. عرض شانه پالتو مقدار است و با طول رفت‌آویز چه رابطه‌ای دارد؟
۳. آیا پالتو را باید به قلاب آویزان کرد یا روی رفت‌آویز گذاشت؟

۱. رفت‌آویزهای موجود

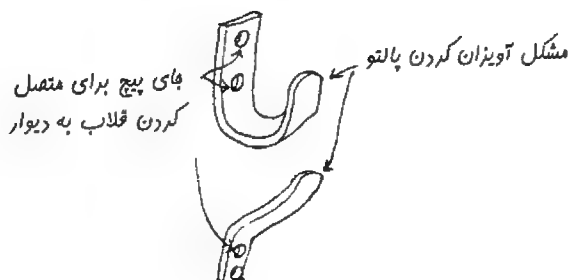


۲. عرض شانه پالتوی بزرگسالان بین ۳۸۰mm و ۴۶۰mm است.

۳. برای جلوگیری از چروک شدن پالتو باید از رفت‌آویز استفاده کرد.

اگر پالتو از رفت‌آویز خوب آویزان شود و چروک نشود، چگونه می‌توان رفت‌آویزی طراحی کرد و ساخت که از عهده این کار برآید و در عین حال سبک، قابل عمل، تاشو، زنگ‌نزن و ایمن باشد؟

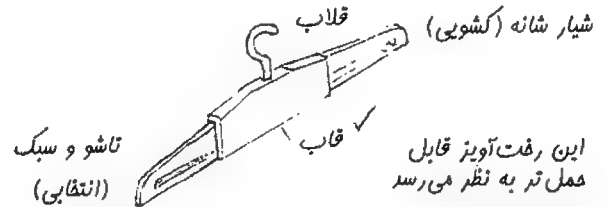
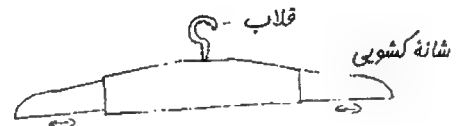
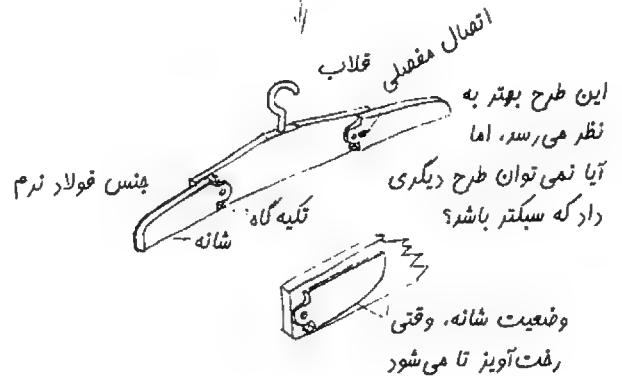
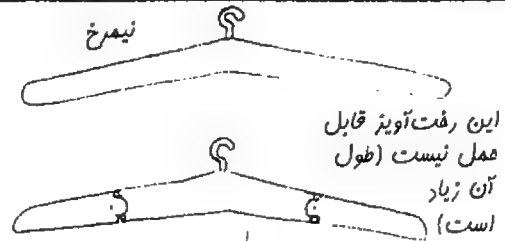
رفت‌آویز را از چه ماده‌ای باید ساخت؟ ماده‌ای سبک، مانند پلاستیک یا آلومینیم. آهن زنگ می‌زند. بنابراین فیلی مناسب نیست مگر پوششکاری شود.



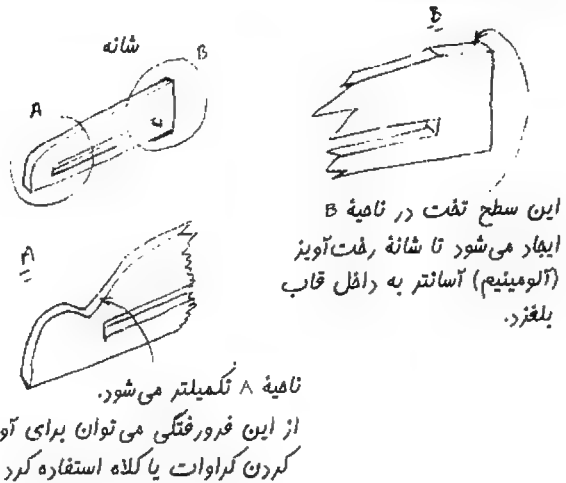
مهری:	رفت‌آویز	کلاس:	تاریخ:
-------	----------	-------	--------

شکل ۱۴-۷ مثال ۲: موقعیت، خلاصه طرح، مشخصات فنی، تحلیل و تحقیق.

خلق ایده



تکمیل ایده انتخابی



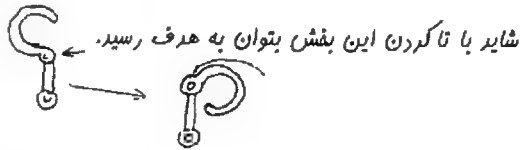
مهری:

رفت آویز

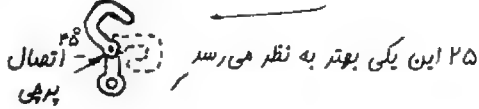
کلاس:

تاریخ:

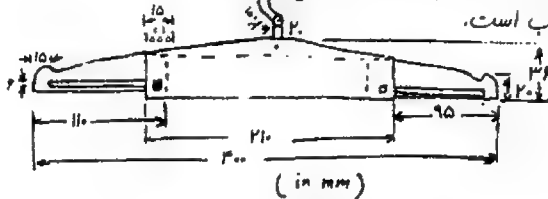
چرا قلاب رفت آویز را تاشو نسازیم؟ چگونه می‌توان این کار را انجام داد؟ می‌توان برای آن لولا گذاشت، اما در کجا؟



چرا از قلاب دیگری استفاده نکنیم که از این یکی زیباتر باشد؟



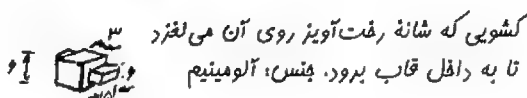
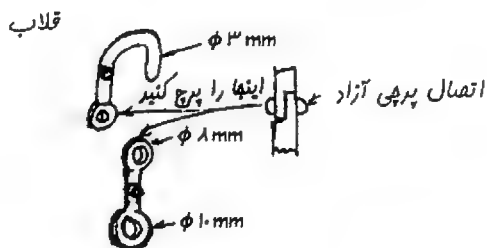
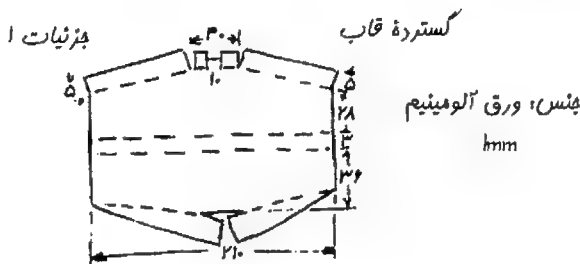
طول رفت آویز در هنگام استفاده از آن چقدر باید باشد؟ با توجه به تحقیق انجام شده، رفت آویزی به طول ۴۰۰mm برای آویزان کردن هر پالتویی مناسب است.

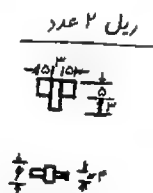
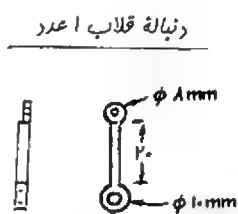
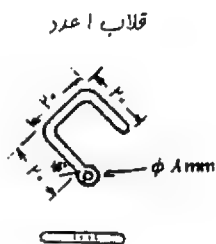
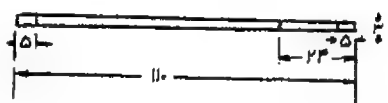
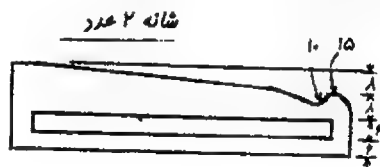
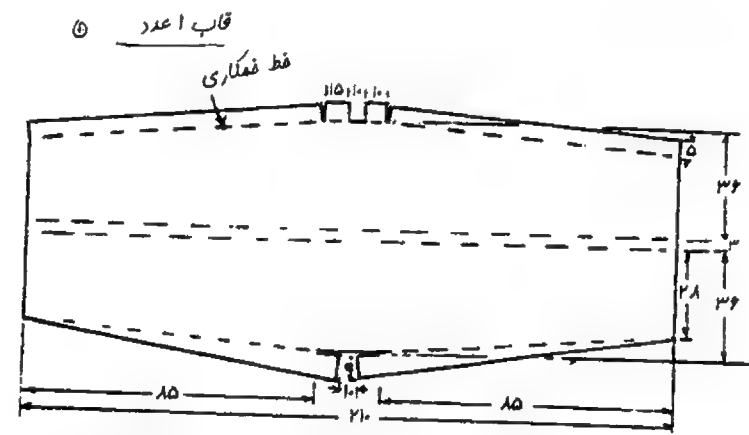


ضخامت شانه رفت آویز، ۳mm، جنس: آلومینیم

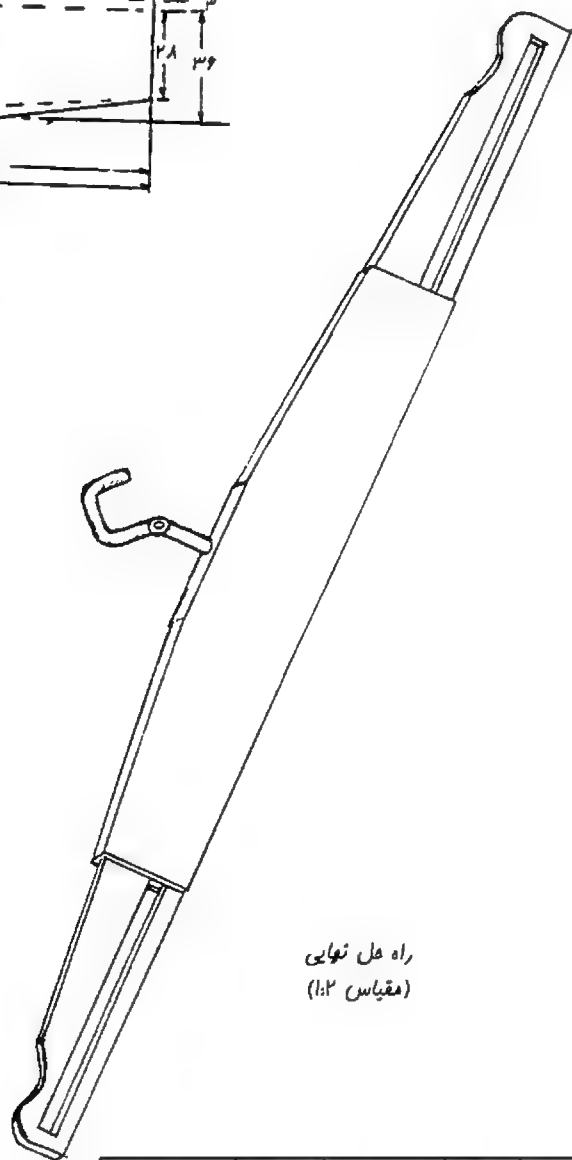
قاب رفت آویز چه شکلی باید باشد؟

نقشه اجرایی





یادداشت : همه ابعاد به mm



۵	ریل	۲	۱۲ × ۱۲ × ۶	آلومینیوم	صیقل خورده
۴	دنباله قالب	۱	۳۰ × φ۳	آلومینیوم	صیقل خورده
۳	قالب	۱	۸۰ × φ۳	فولاد نرم	صیقل خورده
۲	شانه	۲	۱۱۵ × ۳۰ × ۳	آلومینیوم	صیقل خورده
۱	قالب	۱	۲۱۵ × ۱۰۰ × ۱	آلومینیوم	صیقل خورده
ردیف	نام	تعداد	ابعاد	جنس	پردازش

فهرست برشکاری

مهری :	رقت آویز	کلاس :	تاریخ :
--------	----------	--------	---------

شکل ۱۴-۹ مثال ۲: نقشه اجرایی و فهرست برشکاری.

موقعیت: بانوی مسنی، پیش از باز کردن کامل در، از لای در میهمانان، انگاه می‌کند تا اگر غریبه بودند آنها را راه نهد.

خلاصه طرح: وسیله‌ای طراحی کنید که بتوان آن را روی دیوار نصب کرد، به طوری که وقتی این خانم از لای در بیرون را نگاه می‌کند، کسی نتواند در را به زور باز کند.

مشخصات فنی:

وسيلة مورد نظر باید:

۱ به آسانی قابل استفاده باشد

۲ ایمن باشد

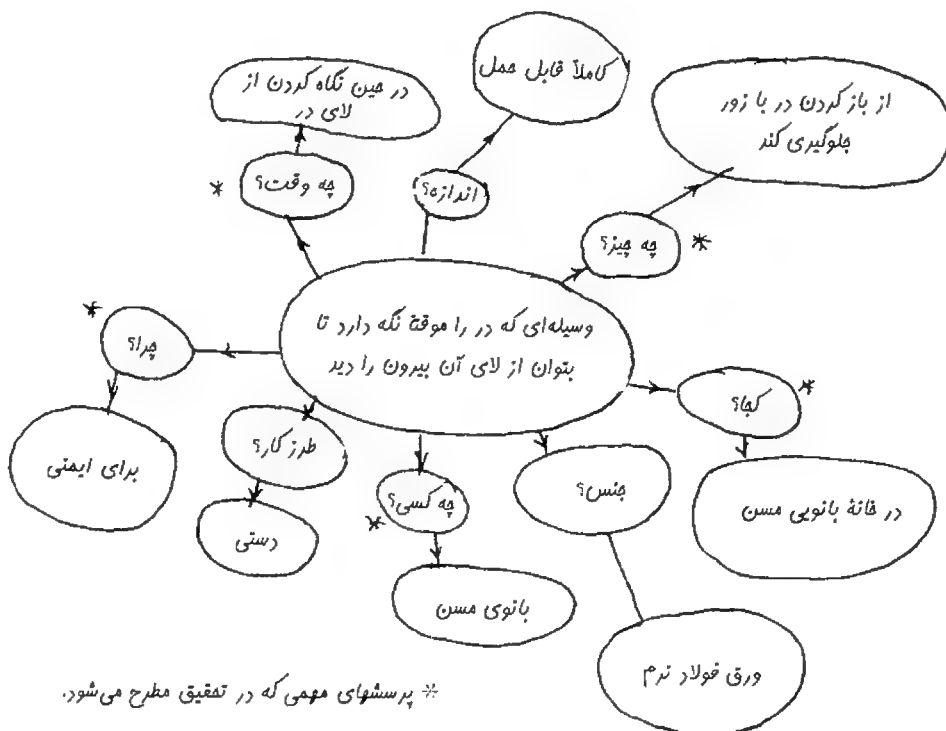
۳ به اندازه کافی سبک باشد

۴ به اندازه کافی محکم باشد

۵ فلزی باشد

۶ با جابه‌جا شدن در دسترس پذیر باشد

تحقیق:



* پرسشهای مهمی که در تحقیق مطرح می‌شود.

کشاورزی ارزان قیمت، که بتوانند چند کار مختلف انجام دهند، حس می شود.

ابزار یا وسیله ای طراحی کنید و بسازید که بتوان برای حفر سوراخ، کرت بندی و غیره از آن استفاده کرد. این ابزار باید:

۱. با دست کار کند؛
۲. بیش از یک کار انجام دهد؛
۳. بتوان آن را به آسانی پیاده و تعمیر کرد؛
۴. بادوام باشد؛
۵. ایمن باشد.

پروژه ۲

پرورش ماکیان، به ویژه برای خویش فرمایان، کار پرسودی است. مالک یک مرغداری کوچک از شما می خواهد که تعدادی دانخوری برای مرغهایش طراحی کنید.

با استفاده از داده های زیر این دانخوریها را طراحی کنید و بسازید:

۱. دانخوری باید از ماده ای غیرخورنده ساخته شود.
۲. باید بادوام باشد.
۳. باید مقدار دان را تنظیم کند.
۴. باید روزنه ای داشته باشد تا بتوان دان را از آنجا وارد کرد.
۵. مرغها باید همیشه به دان دسترسی داشته باشند.

پروژه ۳

کارگران معمولاً پس از یک روز کار سخت، خسته می شوند. گاهی به دلیل نداشتن صندلی مناسب برای استراحت در خانه، گذراندن اوقات استراحت برای آنها دشوار می شود. طراحی یک صندلی چندمنظوره مورد نظر است.

وسيله ای طراحی کنید و بسازید که بتوان به صورت صندلی از آن استفاده کرد و در موقع نیاز آن را به تخت خواب تبدیل کرد.

۵. خلق ایده ها: ایده هایی که در کمک به یافتن راه حل مسئله مفید به نظر می رسند، به صورت یادداشت و طرح ساده ثبت شده اند. یکی از ایده ها انتخاب شده است (شکل ۱۴-۱۱).

۶. تکمیل ایده انتخابی: این موضوع را به تفصیل شرح نداده ایم، اما ایده انتخابی، نسبت به بقیه ایده ها تکمیل شده است.

۷. نقشه اجرایی: فقط نقشه تفصیلی نشان داده شده است، اما چون روی این نقشه همه ابعاد مشخص شده است، در کارگاه قطعه به آسانی ساخته شد (شکل ۱۴-۱۲).

۸. آزمون / ارزیابی: مانند مثالهای دیگر، پروژه آزموده و ارزیابی شد (این مرحله از بخشهای ضروری فرایند طراحی است):

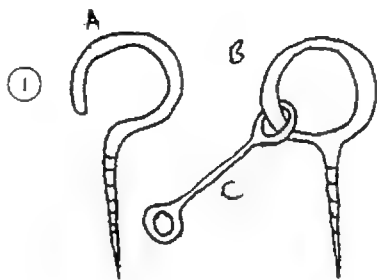
- «نصب این وسیله روی در هیچ مشکلی ایجاد نکرد».
 - «استفاده از این وسیله (یعنی قفل دزدایمن) آسان بود».
 - این وسیله محکم بود و نیروی انسان برای شکستن آن کافی نبود».
 - «استفاده از آن در کمال ایمنی انجام شد».
- هزینه اجرای هر یک از پروژه ها را نیز باید بررسی کرد تا میزان سود تعیین شود.

پروژه هایی که باید انجام دهید

در انجام این پروژه ها، باید مراحل ذکر شده در مثالهای بالا را طی کنید.

پروژه ۱

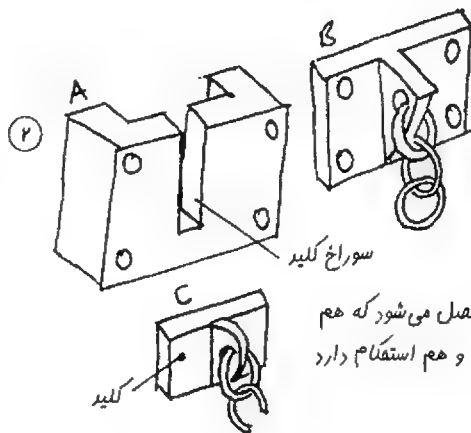
ساکنان شهر و روستا ضرورت تولید بیشتر مواد غذایی را، به منظور جبران کمبود این مواد، دریافته اند: در نتیجه در بسیاری از خانه های شهری و روستایی باغچه هایی به این امر اختصاص یافته است. لزوم کمک به این تولیدکنندگان پاره وقت مواد غذایی و میوه، در جهت تهیه وسایل

خلق ایده‌ها

A و B، به ترتیب، روی در و پارچه‌بند نصب می‌شوند. در هنگام نگاه کردن از لای در، C با A یفت می‌شود.

ملاحظات:

اگر از بیرون به در فشار وارد کنند، A و B به آسانی بیرون کشیده می‌شوند. C قبلی انعطاف‌ناپذیر است.

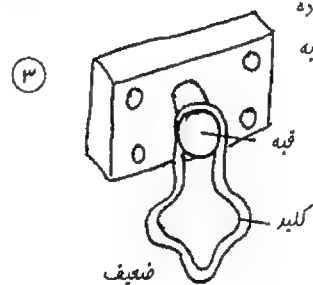


A و B، به ترتیب، روی در و پارچه‌بند نصب می‌شوند.

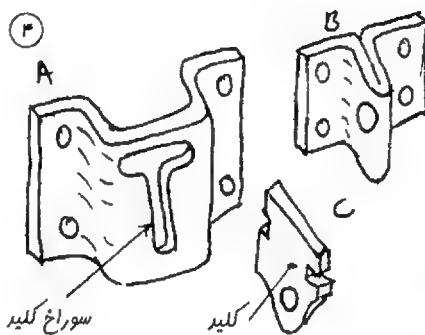
ملاحظات:

۱ در صورت فشار آوردن، کلید از سوراخ کلید بیرون می‌لغزد
۲ ساخت این وسیله مستلزم انجام مقدار زیادی ماشینکاری است که ممکن است بر تولید انبوه اثر بگذارد

C یا زنجیر به B متصل می‌شود که هم انعطاف‌پذیر است و هم استحکام دارد

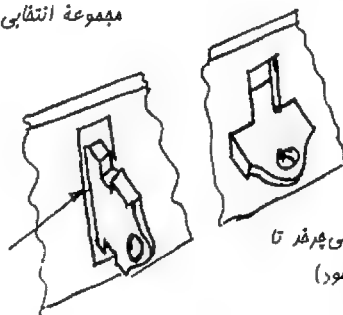


از هر دو طرف قابل استفاده است، اما ممکن است کلید به آسانی بیرون بلغزد



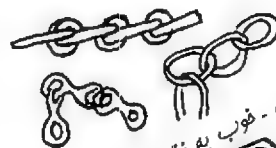
سوراخ کلید

مجموعه انتخابی



کلید (قدرت گرفته در سوراخ کلید)

انواع زنجیر

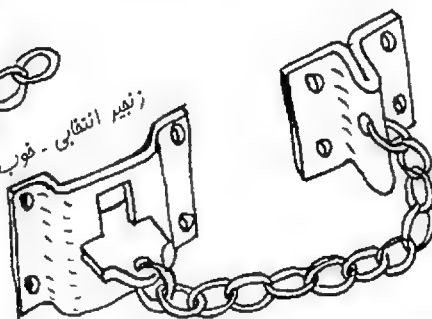


زنجیر انتخابی - خوب به نظر می‌رسد

کلید (در سوراخ کلید می‌چرخد تا بهتر در آن جای گیرد شود)

انتخابی

ایده انتخابی



وسیله سوار شده

مهری:

تاریخ:

کلاس:

در این اتاقها، ساکنان آنها با مشکل نگهداری اثاثه‌ای مواجه‌اند که مورد نیاز فوری نیستند.

می‌خواهیم یک میز نهارخوری طراحی کنیم که وقتی به آن نیاز نداریم بتوان آن را تا کرد.

۱. چهار نفر باید بتوانند سر این میز بنشینند.

۲. باید پایدار باشد.

۳. وقتی تا می‌شود نباید زیاد جا بگیرد.

۴. باید زیبا باشد.

پروژه ۶

پیرمردی که مالک و راننده یک تاکسی است و این تاکسی تنها منبع درآمد اوست، تعویض فیلتر روغن را دشوار می‌یابد. او برای باز کردن این فیلتر از «قلم» استفاده می‌کند. در نتیجه مشکلات زیادی برای او پیش می‌آید زیرا ناچار است این کار را به طور منظم انجام دهد. بنابراین باید به این پیرمرد و افراد دیگری که مشکل مشابهی دارند کمک کرد. وسیله‌ای برای باز کردن آسان فیلتر روغن طراحی کنید و بسازید. این وسیله باید:

۱. به فیلتر روغن آسیب نرساند؛

۲. قابل حمل باشد؛

۳. بادوام باشد؛

۴. در برابر خوردگی مقاوم باشد؛

۵. قابل تنظیم باشد تا بتوان فیلترهایی با اندازه‌های مختلف را با آن باز کرد.

۱۱. مرور مطالب این فصل

● مؤسسات اقتصادی به توزیع کالاها و خدمات می‌پردازند. دو بخش مهم اقتصادی عبارت‌اند از بخش خصوصی و بخش دولتی که، به ترتیب، اشخاص خصوصی و دولت مالک آنها هستند.

● مؤسسات صنعتی با تولید و فراوری مواد اولیه سر و کار دارند. بخش ساختمان نیز جزء مؤسسات صنعتی است.

● مؤسسات بازرگانی به خرید و فروش فراورده‌های مختلف می‌پردازند. از جمله این مؤسسات می‌توان به فروشگاههای تک‌مالک، فروشگاههای بزرگ، فروشگاههای زنجیره‌ای و عمده‌فروشیها اشاره کرد.

● مؤسسات خدماتی نوعی خدمت (مثلاً حمل‌ونقل، بانکداری، بیمه) به جامعه ارائه می‌دهند.

● مؤسسات تک‌مالک (کوچک) در مالکیت یک نفر است و معمولاً همین مالک مدیر مؤسسه نیز هست (مثلاً می‌توان از مؤسسات بازرگانی، تهیه غذا، تهیه مسکن و غیره نام برد). مالک مؤسسه رأساً برای اداره آن تصمیم‌گیری می‌کند و مؤسسه را به صورت مؤثری در کنترل دارد، اما ممکن است وقت کافی برای انجام همه کارهای ضروری برای اداره امور مؤسسه نداشته باشد.

● اگر دو یا چند نفر با هم توافق کنند که مؤسسه‌ای را به صورت شریکی تأسیس کنند، می‌توانند مهارت، تجربه، دانش و پول خود را روی هم بریزند. در این مؤسسات، کشمکش بین افراد مشکل بالقوه‌ای است که در اداره مؤسسه اثر منفی دارد.

● برای تأسیس یک مؤسسه، نخستین کاری که باید انجام داد طرح‌ریزی فعالیتی است که باید در آن مؤسسه انجام شود. اهدافی که پس از تحلیل وضعیت (نیاز به تأسیس چنین مؤسسه‌ای) فرمول‌بندی می‌شوند، به تعیین خط‌مشی مؤسسه کمک می‌کنند.

● پیش‌بینی (در نظر گرفتن رویدادهایی که احتمالاً در آینده، کوتاه‌مدت و بلندمدت، رخ می‌دهند) یکی دیگر از عاملهای اساسی است که پس از تعیین خط‌مشی، باید آن را به حساب آورد.

● اقدام به تولید یا خرید و فروش کالاها و ارائه خدمات، بدون بررسی بازار، به منظور تعیین کالاها و خدمات مورد تقاضا که باید عرضه شوند، کار عاقلانه‌ای نیست.

● تصمیم‌نهایی برای آغاز هر فعالیت اقتصادی، پس از در نظر گرفتن اهداف، پیش‌بینی و بررسی بازار گرفته می‌شود.

● فرایند طراحی که در بخش دوم این فصل شرح داده شد، به هنجار نشان می‌دهد که چگونه می‌تواند وسایل مورد نیاز

مردم را طراحی کند و بسازد.

۲. مالک تنها کیست؟ چند مزیت حاصل از تک مالکی را نام ببرید.

تمرین و پرسش

۱. الف) تفاوت بین بخش خصوصی و بخش دولتی در چیست؟

۳. چگونه می‌توان فعالیت اقتصادی را شروع کرد؟
۴. فرض کنید تصمیم گرفته‌اید که به اتفاق دو نفر از همکلاسیهای خود، پس از پایان دوره هنرآموزی، فعالیت اقتصادی را شروع کنید. مزایا و معایب چنین اقدامی را شرح دهید.

ب) مؤسسات بخشهای خصوصی و دولتی چگونه دسته‌بندی می‌شوند؟

پاسخ به پرسشها و چند نکته درباره پاسخگویی

مقدمه

در این بخش پاسخ همه پرسشهای انتهای فصلهای مختلف کتاب ارائه می شود. همواره سعی کنید پیش از رجوع به این بخش، پاسخ پرسش یا تمرین را پیدا کنید. بدین ترتیب موضوع را بهتر می فهمید و پاسخگویی به پرسشها را تمرین می کنید. اگر از پاسخ خود مطمئن نیستید، بخش یا فصل مربوط به آن پرسش را مرور کنید. باید بفهمید که هر پرسش چرا این پاسخ خاص را دارد، تا بتوانید از قوه درک خود برای پاسخ دادن به پرسشهای مشابهی که در امتحانات یا تکلیفهای درسی مطرح می شود، استفاده کنید.

این کتاب شامل انواع تمرین و پرسش است. انواع پرسشهایی را که ممکن است مطرح شود و الگوی آنها را پیدا کنید. در صورت امکان پرسشهای امتحانات گذشته را تهیه کنید و به آنها جواب دهید. بعضی از پرسشهای کتاب، به پاسخهای طولانیتری نیاز دارند. چند نکته در مورد نحوه پاسخ دادن به این پرسشها و مطالبی که باید در پاسخ خود بگنجانید ارائه کرده ایم. سعی کنید این پرسشها را به طور کامل پاسخ دهید و سپس این بخش را واریسی کنید تا ببینید که آیا همه مطالب لازم را در پاسخ خود گنجانده اید یا نه.

برای مرور سریع هر فصل می توانید به بخش «مرور مطالب این فصل» در پایان هر فصل و اصطلاحات مهم در پایان کتاب رجوع کنید.

فصل ۱

چند نکته در مورد پاسخگویی به پرسشها در امتحان یا برای انجام تکلیف

● پیش از شروع پاسخگویی، همه پرسشها را به دقت بخوانید. باید مطمئن شوید که فهمیده اید در هر پرسشی چه چیزی از شما خواسته شده است.

● وقتی را که برای پاسخ دادن به هر پرسش صرف خواهید

کرد، تعیین کنید. به عنوان راهنما می توانید از نمره آن پرسش استفاده کنید: هر چه نمره پرسشی بیشتر باشد، می توانید وقت بیشتری برای پاسخ دادن به آن صرف کنید.

● اگر می توانید از بین پرسشها، چند پرسش را برای پاسخگویی انتخاب کنید، سعی کنید از ابتدا انتخاب درستی انجام دهید و تا پایان امتحان نظر خود را عوض نکنید.

● مطمئن شوید که نمره همه پرسشهای «آسان» را می گیرید. وقت زیادی را صرف پاسخ دادن به پرسشی نکنید که آن را دشوار می یابید. این پرسش را کنار بگذارید؛ اگر همه پرسشهای دیگر را پاسخ دادید و وقت اضافه آوردید، دوباره به سراغ آن بروید.

● حواستان به وقت باشد. مراقب باشید که پرسشی را جا نیندازید.

● پاسخها را، خواه نوشتنی باشند و خواه ترسیمی، تمیز و واضح ارائه کنید. کسی که ورقه را تصحیح می کند باید بتواند پاسخهای شما را به راحتی دنبال کند.

● مقداری از وقت خود را برای واریسی پاسخها و اصلاح آنها اختصاص دهید.

● در کار عملی، با مرور پرسش پیش از شروع به کار، کاملاً مطمئن شوید که از شما چه خواسته اند. همه دستورالعملها را به دقت دنبال کنید.

۱. برای جلوگیری از وقوع حوادث باید این مقررات را اجرا کرد.

۲. همه مواد، ابزارها و تجهیزات را باید در جای مناسب قرار داد.

۳. الف) قطعه کار را محکم به سه نظام ببندید.

ب) وقتی ماشین در حال کار است، سعی نکنید آن را

تنظیم کنید.

(ب) فولاد کم کربن: ۰.۰۱۸-۰ درصد کربن؛ مناسب برای پرسکاری عمیق. فولاد نرم: ۰.۰۳-۰.۰۲ درصد کربن؛ مناسب برای کارهای سازه‌ای و کارگاهی. فولاد کربن متوسط: ۰.۰۴-۰.۰۳ درصد کربن؛ مناسب برای ساختن سرچکش، قالب پرچکاری. فولاد پرکربن: ۰.۱۴-۰.۰۷ درصد کربن؛ مناسب برای ساختن ابزارهای برش (مثلاً قلم سردبُر و مته). ۱۱. الف) آماده کردن آنها برای ساختن مصنوعات مختلف. (ب) میله قطعه فلزی طویل است. صفحه نوعی ورق فلزی با سطوح هموار است. لوله استوانه‌ای توخالی است. شمشه، میله فلزی ضخیم است که از تغییر شکل دادن شمش حاصل می‌شود. شمشال، میله فلزی کوچکتر از شمشه است و از تغییر شکل دادن آن به دست می‌آید. ۱۲. الف) بهبود خواص.

(ب) نیکل سختی و استحکام را افزایش می‌دهد. کروم سختی را افزایش می‌دهد. تنگستن سختی را افزایش می‌دهد. ۱۳. عملیات گرمایی: فولادها را نرم می‌کند؛ فولادها را سخت می‌کند؛ تنشهای داخلی فولاد را می‌گیرد و آن را چقرمه می‌سازد؛ پوسته‌ای سخت روی آن ایجاد می‌کند. ۱۴. ساختار آن تغییر می‌کند؛ کربن با آهن محلول تشکیل می‌دهد. ۱۵. باید آن را تابکاری کنیم؛ در این فرایند فولاد تا بالای دمای بحرانی بالایی گرم و سپس آهسته، در کوره یا در ماسه، سرد می‌شود.

فصل ۳

۱. فلزات آهنی، آهن دارند؛ فلزات غیرآهنی ندارند. ۲. آلومینیم، سرب، مس، سلولوئید، نایلن. ۳. عینک جوشکاری: استات سلولوز. توپ پینگ‌پنگ: سلولوئید. زیپ: نایلن. چمدان: آکریلونیتریل بوتادین استیرن. ۴. الف) مس رنگ صورتی مایل به قهوه‌ای دارد و نقطه ذوب آن 1080°C است. از این فلز برای تهیه سیم برق، سر هویه، پرچ، ظروف مختلف و آلیاژسازی استفاده می‌شود.

(ج) قطعه کار را محکم به گیره ببندید. (د) از عینک و محافظ چشم استفاده کنید. ۴. گیره را باید با پیچ مهره روی میز ماشین نصب کنید و قطعه کار را محکم به آن ببندید. ۵. الف) ممکن است تکه‌هایی از فلز کنده شود و به کارگر یا کسانی که در اطراف او هستند آسیب برساند. (ب) شکل ۱-۲ را ببینید.

فصل ۲

۱. فلزات آهنی آهن دارند؛ فلزات غیرآهنی ندارند. ۲. کوره بلند. ۳. سنگ آهن. ۴. منیتیت، هماتیت، لیمونیت و سیدریت. ۵. سنگ آهک را به بار کوره بلند اضافه می‌کنند تا به عنوان گدازآور با ناخالصیهایی مانند گوگرد و سیلیسیم ترکیب شود و سرباره تشکیل دهد. ۶. با استفاده از کوره پودلاژ که بار اصلی آن چدن خام است. ۷. الف) اساس کار کنورتر بسمر یا کوره اجاق باز را شرح دهید و مواد اولیه‌ای را که به عنوان بار در آن می‌ریزند نام ببرید. (ب) شکلهای ۲-۵ و ۲-۶ را ببینید. ۸. الف) بخش عمده کربن آن به صورت پولکهای گرافیت است (یعنی با آهن ترکیب شیمیایی تشکیل نداده است). (ب) کربن آن با آهن ترکیب شده و کاربید آهن تشکیل می‌دهد.

(ج) چدن سفیدی است که تابکاری شده است. ۹. الف) توانایی مقاومت در برابر خراشیدگی و سایش. (ب) قابلیت برای کشیده شدن در حالت سرد، بدون گسیخته شدن. (ج) گسیخته شدن بدون نشانه قبلی. (د) قابلیت چکش خوردن یا نورد شدن، بدون گسیخته شدن. ۱۰. الف) آهن و کربن

۵. با استفاده از شکل‌های ۴-۱۱، ۴-۱۲ و ۴-۱۳، تفاوت بین این سه روش را شرح دهید.
۶. قلاویز ۱۲mm و دسته قلاویز آن را تهیه می‌کنیم. قطعه کار را به گیره می‌بندیم. قلاویز پیشرو را به کار می‌گیریم و اولین رزوه را ایجاد می‌کنیم و روی سوراخ آب صابون می‌ریزیم تا براده‌ها از آن خارج شوند و اصطکاک کاهش یابد. سپس قلاویزهای وسط و پسرو را به کار می‌بریم. آن‌گاه قطعه کار را از گیره باز و تمیز می‌کنیم.
۷. الف) خزینه زنی. با مته سوراخی ایجاد می‌کنیم. یک طرف سوراخ را، تا عمق معین، با مته خزینه گشاد می‌کنیم. ب) پیشانی تراشی موضعی. با مته سوراخی ایجاد می‌کنیم. با استفاده از مته‌ای که قطر آن معادل با قطر دهانه مورد نظر است، یک سر آن را گشاد می‌کنیم.
۸. الف) صفحه گونیا قطعه کار را، در حین نشانه‌گذاری با سوزن خط‌کش پایه دار، نگه می‌دارد. شکل ۴-۴۱ را ببینید. ب) از سوزن خط‌کشی پایه دار همراه با صفحه صاف استفاده می‌شود تا اندازه‌ها را به قطعه کار انتقال دهند.
- ج) گونیای جناغی تکیه‌گاه قطعه کار استوانه‌ای در هنگام آزمون، نشانه‌گذاری و غیره است.
۹. عدد کل حداکثر روی پوسته را بیابید؛ تقسیمات فرعی روی پوسته و طبلک را به آن اضافه کنید (شکل ۴-۵۲ را ببینید).
۱۰. الف) انطباق تداخلی: قطر حداقل محور از قطر حداکثر سوراخ بیشتر است. ب) انطباق گذرا: قطر حداکثر محور باید از قطر حداقل سوراخ بیشتر، و قطر حداقل محور از قطر حداکثر سوراخ کمتر باشد. ج) انطباق آزاد: قطر حداکثر محور باید از قطر حداقل سوراخ کمتر باشد.
۱۱. از شابلون سوراخ برای واریسی قطر سوراخ‌های ایجاد شده با مته (شکل ۴-۵۸) و از ضخامت سنج برای واریسی اندازه ورق (شکل ۴-۵۹) استفاده می‌شود.
۱۲. نقشه اجرایی باید شامل نقشه‌های تفصیلی، نماهای مهندسی، نماهای باز شده و فهرست قطعات باشد.

- ب) آلومینیم رنگ خاکستری روشن دارد، نرم و شکلپذیر و رسانای خوب گرما و الکتریسته است. این فلز در برابر خوردگی مقاوم است. در ساختن وسایل خانگی به کار می‌رود؛ از جمله کاربردهای آن می‌توان به ساخت فویل برای بسته‌بندی مواد غذایی، چارچوب در و پنجره، پوشش بام و غیره اشاره کرد.
- ج) رنگ قلع سفید نقره‌ای است، این فلز نرم و چکشخوار، اما ضعیف است. از این فلز برای ساخت حلبی و نیز در آلیاژسازی استفاده می‌شود.
- د) رنگ روی سفید مایل به آبی است و در 420°C ذوب می‌شود. از این فلز بیشتر برای گالوانیزه کردن فولاد نرم استفاده می‌شود.
۵. الف) برنج آلیاژ مس و روی است. ب) برنز آلیاژ مس و قلع است. ج) از روی برای گالوانیزه کردن فولاد استفاده می‌شود. د) نقطه ذوب قلع پایین و برابر 232°C است.
۶. وزن کم؛ مقاومت شیمیایی خوب؛ به آسانی بریده می‌شوند و شکل می‌گیرند؛ در رنگهای مختلف موجودند. کاربردهای متداول آن عبارت‌اند از طراحی و ساخت ظروف حاوی مواد شیمیایی (مانند باتری اتومبیل)، و وسایل قابل حمل (مثلاً ظرف تخم مرغ). استفاده از آنها صرفه اقتصادی دارد زیرا به پرداختکاری سطح نیاز ندارند.

فصل ۴

۱. جنس ابزارها، اجزاء و نحوه استفاده از آنها را شرح دهید (به بخش مربوط به هر ابزار رجوع کنید).
۲. شرحی را که ارائه می‌دهید با ترسیم شکل گویاتر کنید.
۳. منظور گیر کردن براده در میان آج سوهان است. با مالیدن گج روی سوهان می‌توان از آن جلوگیری کرد.
۴. الف) ۱۴ تا ۱۸ دندانه در ۲۵mm: بریدن مواد نرم و مقاطع بزرگ. ۲۴ دندانه در ۲۵mm: مقاطع توپر کوچک (۳ تا ۶mm). ۳۲ دندانه در ۲۵mm: مقاطع با ضخامت کمتر از ۳mm. ب) شکل ۴-۸ را ببینید.

فصل ۵

پرچکاری، لحیمکاری و زردجوشکاری باشد.
 ب) نحوه گسترش قطعه را با ابعاد انتخابی خود شرح دهید (شکل ۶-۱۶ را ببینید). مواد توصیه شده برای ساخت عبارت‌اند از ورق آلومینیم، ورق فولاد گالوانیزه و غیره.

فصل ۷

۱. فلزکوبی یعنی شکل دادن ورق نازک با استفاده از چکش غیرفلزی، چکش و غیره.
 ۲. چون این فلزات شکلیپذیر و چکشخوارند.
 ۳. الف) چکشکاری در امتداد تار چوب انجام می‌شود تا قطعه شکاف نخورد (شکل ۷-۱ را ببینید).
 ب) برای چکشکاری قطعاتی با گودی کم، به منظور ساختن کاسه، سینی و غیره.
 ج) برای شکل دادن قطعاتی مانند بشقاب (شکل ۷-۵ را ببینید).

۴. با تعبیه درپوش برای حمام اسیدشویی از قرار گرفتن خود و دیگران در معرض فوران اسید و بخارهای اسیدی جلوگیری کنید.

۵. ابزارها و تجهیزات مورد استفاده برای هر یک از این فرایندها را مشخص کنید. نمونه‌ای از مصنوعات را که با استفاده از هر یک از این فرایندها تولید می‌شود نام ببرید (شکلهای ۷-۴، ۷-۵، ۷-۶ و ۷-۹ را ببینید).

۶. ابزارها و تجهیزات مورد نیاز را نام ببرید و فرایندهای مورد استفاده را شرح دهید (بخش مربوط به این مطلب را در متن کتاب ببینید).
 ۷. شکل ۷-۸ را ببینید.

۸. زردجوشکاری فرایندی است که در آن فلزاتی را که باید به هم متصل شوند گرم می‌کنند تا فلز پرکننده ذوب شود. لحیم نقره شبیه زردجوشکاری است؛ تنها تفاوت آنها در فلز پرکننده مورد استفاده است.

۹. فلز پرکننده را با توجه به عاملهای زیر انتخاب می‌کنند: فلزی که باید زردجوشکاری شود؛ طرح اتصال؛ دسترس‌پذیری و قیمت؛ جلوه ظاهری؛ استحکام مورد نظر.
 ۱۰. به منبع گرمایی با دمای کم نیاز دارد. با گرم کردن دوباره،

۱. شکلهای ۵-۱۲، ۵-۸ و ۵-۱۰ را ببینید.
 ۲. آنها را قلمهای گرم و سرد می‌نامند. زاویه نوک قلم گرم 30° است؛ این قلمها نازکترند و فلزات را در حالت گرم برش می‌دهند. زاویه نوک قلم سرد 60° است و از آن برای بریدن فلزات سرد استفاده می‌کنند (شکل ۵-۹ الف و ب).
 ۳. برای جلوگیری از ایجاد جراحات مرگبار.
 ۴. در چاق‌سازی ضخامت مقطع را افزایش می‌دهند و در نتیجه طول قطعه کاهش می‌یابد. هموارسازی فرایندی است که روی سطوح تخت انجام می‌شود تا آثار چکشکاری از روی آنها حذف شود.
 ۵. منابع سوخت و نحوه روشن کردن آتش را شرح دهید. فنون تمیزکاری کوره را بیان کنید.
 ۶. نقشه اجرایی قطعه مورد نظر را تهیه کنید و آن را در کارگاه بسازید.
 ۷. با استفاده از فرایند طراحی، مصنوعی را طراحی کنید و بسازید که ساخت آن شامل کاهش مقطع، لاغرسازی، چاق‌سازی، پیچاندن و خمکاری باشد. نشان دهید که هر یک از این مهارتها را چگونه می‌توان کسب کرد.

فصل ۶

۱. درزی است که پرچکاری، لحیمکاری یا جوشکاری نمی‌شود. این درزها را می‌توان به آسانی آماده کرد و در هر زمان برای تعمیرات باز کرد.
 ۲. فرایندهای ایجاد این نوع درز، از جمله آماده کردن آن پیش از «کوبیدن» را شرح دهید (شکل ۶-۹ را ببینید).
 ۳. به متن کتاب و بعضی از بخشهای شکل ۶-۹ رجوع کنید.
 ۴. فهرست همه ابزارها و فرایندهای لازم را بنویسید (شکل ۶-۱۱ را ببینید).
 ۵. نحوه تمیز کردن درز، پیش از لحیمکاری، را شرح دهید. همه ابزارها، تجهیزات و مواد مورد نیاز را نام ببرید.
 ۶. پارگی، شکافت و بریدن (شکل ۶-۱۴).
 ۷. الف) طراحی باید شامل محاسبه براساس حجم مورد نیاز (یعنی ۲ لیتر)، و فرایندهای تولید با استفاده از

۶. الف) استفاده از قلم مو، استفاده از پیستوله رنگ پاش و فروبری در رنگ.

ب) به متن کتاب رجوع کنید.

ج) رنگ پاشی.

۷. به بخش مربوط به آب فلزکاری رجوع کنید (شکل ۸-۳)

و تمرین مورد نظر را به کمک مربی خود انجام دهید.

۸. سینی آلومینیومی (شکل ۸-۴) را با ابعاد مناسب تهیه و آن را صیقل کاری کنید.

فصل ۹

۱. بیان عملی ایده ها به منظور ایجاد تغییر در آنچه انسان ساخته است.

۲. موقعیت: جایی که مشکلی وجود دارد. خلاصه طرح:

بیان مکتوب مشکل. تحلیل: فرایند کسب اطلاعات بیشتر در

مورد مشکل. تحقیق: فرایند بررسی راه حل های موجود و

جویا شدن نظر دیگران در مورد اصلاح این راه حل ها.

فرمول بندی راه حل های ممکن: تولید ایده ها یا راه حل های

ممکن. تکمیل ایده یا راه حل انتخابی: اصلاح راه حل یا

ایده ای که به عنوان بهترین انتخاب شده است. آماده سازی

نقشه اجرایی ایده یا راه حل نهایی: تهیه نماهای مهندسی از

مجموعه مصنوع یا سیستم، نقشه تفصیلی قطعات آن، تهیه

فهرست مواد لازم برای ساخت و فراهم آوردن هر نوع

اطلاعی که به ساخت مصنوع یا سیستم کمک کند.

۳. نقشه اجرایی، مشخصات فنی و نمایش فنی.

۴. موقعیتی را که مشکل در آن مطرح است شرح دهید.

مشکل را به صورت مکتوب بیان کنید (خلاصه طرح).

پرسشهایی را که مبنای تحلیل مسئله را تشکیل می دهند بیان

کنید. شرایطی را که راه حل باید در آنها صدق کند

(مشخصات فنی) شرح دهید.

۵. دست کم سه راه حل برای این مشکل پیشنهاد کنید

ساده ترین راه حلی را انتخاب کنید که مشخصات فنی را ارضا

می کند. راه حل انتخابی را بررسی و بخشهای مختلف آن را

اصلاح کنید. نقشه پرسپکتیو یا ایزومتریک (هم مقیاس) آن را

رسم کنید. نقشه اجرایی آن را بکشید. فهرست مواد لازم

می توان قطعات را از هم جدا کرد، بدون آنکه آسیبی به آنها برسد. مواد غیرهمجنس را می توان به هم متصل کرد (مثلاً سرامیک را می توان به آسانی به فولاد نرم زردجوشکاری کرد). میزان سازی مجدد کار آسانی است. آسیب کمتری به قطعات وارد می شود.

۱۱. به متن کتاب رجوع کنید و فرایند مناسب برای ساختن گلدان برنجی را مشخص کنید.

۱۲. برای طراحی و ساخت این جاشمعی، فرایند طراحی را به طور کامل، اجرا کنید.

۱۳. موضوع تمرین (قطعه کار دوتکه) را مشخص و نقشه های اجرایی آن را ترسیم کنید. این قطعه را ابتدا سیم بندی و سپس زردجوشکاری کنید.

فصل ۸

۱. برای حفاظت و ایجاد جلوه ظاهری بهتر.

۲. نحوه برطرف کردن خراشها را، ابتدا با سنباده نرم، سپس روی چرخ پرداخت و سرانجام، تمیزکاری با پنبه بهداشتی، شرح دهید.

۳. لاک زنی شامل استفاده از ورنی یا لاک برای پوششکاری سطحی است که قبلاً صیقل خورده است؛ هدف از این عمل، حفاظت از سطح صیقل خورده است. با رنگ کاری قطعه ای تولید می شود که جلوه ظاهری خوبی دارد و در برابر خوردگی مقاوم است. این فرایندها به هم شباهت دارند؛ تنها تفاوت آنها در این است که سطح صیقلی قطعه لاک خورده دیده می شود، اما رنگ کاری مانع دیده شدن سطح صیقل خورده خواهد شد.

۴. الف) پایه ای برای رنگ کاری است، پوششی عایقی است، جنبه تزئینی دارد و در برابر خوردگی مقاومت می کند.

ب) اسید کرومیک و اسید سولفوریک.

۵. الف) قطعه کار را صیقل بزنید.

ب) آن را در کوره یا روی اجاق گرم کنید تا رنگ آبی پدیدار شود.

ج) قطعه را از کوره در بیاورید و آن را در آب یا روغن سرد کنید.

برای ساخت مصنوع یا سیستم مورد نظر را تهیه کنید.

۶. ابزاری را که می خواهید طرح آن را بکشید انتخاب کنید. پرسپکتیو یا «جعبه» هم مقیاس آن را رسم کنید. خطوط کلی ابزار را ترسیم کنید. سایر خطوط جعبه را که بخشی از ابزار را تشکیل نمی دهند، پاک کنید.

۷. الف) قطر طول بلندترین قطر بیضی است؛ قطر اقصر کوتاهترین قطر بیضی است.

ب) قطرهای مفروض را رسم کنید. قطر طول را AB و قطر اقصر را CD بنامید. کانونهای F_1 و F_2 را روی قطر طول مشخص کنید. فاصله AF_1 را به چند بخش (که لزومی ندارد مساوی باشند) تقسیم و آنها را شماره گذاری کنید (۱، ۲، ۳، ۴، ۵). به شعاع A_1 و به مرکز F_1 ، کمانی در هر دو سوی قطر طول ترسیم کنید. این فرایند را با شعاعهای A_2 ، A_3 ، A_4 و A_5 نیز تکرار کنید. سپس به شعاع B_1 و به مرکز F_2 ، دو کمان، در دو سوی قطر طول رسم کنید تا کمانهای قبلی را قطع کنند. این فرایند را با نقاط ۲، ۳، ۴ و ۵ تکرار کنید. منحنی همواری ترسیم کنید که از نقاط تقاطع بگذرد؛ این منحنی همان بیضی مورد نظر است.

۸. نمای جلو منشور مورد نظر را ترسیم کنید. آن را تصویر کنید تا نماهای افقی و نیمرخ به دست آید. نما را برای نیمرخ چپ (تصویر ربع سوم) تصویر کنید.

۹. نمای جلو را ترسیم کنید. آن را تصویر کنید تا نماهای افقی و نیمرخ به دست آید. تصویر را با زاویه قائمه، از نقاط واقع بر سطح برش، انجام دهید. محوری با زاویه قائمه روی نمای تصویر بکشید، به طوری که با سطح برش موازی باشد. با انتقال نقاط ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ از نمای افقی، لبه ها را به دست آورید. این نقاط را با خطوط راست به هم متصل کنید. سطح را سایه بزنید.

نقاط روی نمای جلو (ربع سوم) را در امتداد افقی تصویر کنید. طول یک ضلع منشور را اختیار و آن را به تعداد اضلاع قاعده (۶) تکرار کنید. از هر نقطه روی خط مبنا تصویر کنید تا خطوط افقی متناظر را قطع کنند. این نقاط را با خطوط راست به هم متصل کنید.

۱۰. با استفاده از داده های مفروض دو دایره ترسیم کنید.

مراکز آنها را O_1 و O_2 بنامید. شعاع دایره ها را با هم جمع کنید $(R_1 + R_2)$. به مرکز O_1 و شعاع $(R_1 + R_2)$ یک دایره خارجی را ترسیم کنید. نیمدایره ای روی O_1O_2 ترسیم کنید تا دایره خارجی را در Q قطع کند. Q و O_1 را به هم وصل کنید تا دایره داخلی را در P قطع کنند. از مرکز O_2 خطی به موازات QP رسم کنید تا دایره را در T قطع کند. P و T را با خطی راست به هم وصل کنید تا مماس داخلی مورد نظر به دست آید.

فصل ۱۰

۱. در جوشکاری پتکه ای، فلزات مبنا گداخته و سرخ می شوند و در همین حالت جامد (خمیری) می مانند. در جوشکاری گازی، فلزات مبنا را تا جایی گرما می دهند که حوضچه مذاب (حالت مایع) تشکیل شود.

۲. به این خاطر که سطح مقطع، پس از انجام جوشکاری، تغییر نکند.

۳. فشار تخلیه نباید از ۱۰۰ kPa (۱۵ psi) بیشتر شود. گاز استیلن نباید در معرض تخلیه الکتریکی قرار گیرد، بیش از حد گرم شود یا در هنگام حمل و نقل، به آن ضربه وارد شود. برای توزیع استیلن از لوله مسی استفاده نکنید، زیرا مس با استیلن ترکیب می شود و استیلید مس تشکیل می دهد که قابل انفجار است.

۴. اتصالات کپسول گاز سوختنی رزوه چپگرد دارند؛ اتصالات کپسول اکسیژن رزوه راستگرد دارند. اتصالات کپسول گاز سوختنی سرخ و اتصالات کپسول اکسیژن سیاه است.

۵. محفظه اختلاط مشعل انژکتوری با لوله سرمشعل یکپارچه است، در حالی که در مشعل متعادل می توان آن را از بدنه جدا کرد.

۶. شعله احیاکننده را بکشید و سرمشعل، مخروط داخلی، شعله دوم و پوش (شعله) خارجی را روی آن مشخص کنید. در این نوع شعله، مخروط داخلی سفید و بلند، و شعله دوم سفید مایل به آبی و پرماند است و پوش خارجی دارد. از این شعله برای جوشکاری فولاد پرکربن استفاده می شود.

۸. الف) نیمرخ یک اتصال سپری را رسم کنید. مشعل را با زاویه 30° تا 45° نسبت به ورق افقی ترسیم کنید؛ مفتول را بین مشعل و ورق عمودی بکشید، به طوری که نسبت به آن زاویه 15° تا 20° داشته باشد.

ب) نیمرخ اتصال لب به لب جناغی را رسم کنید. مشعل را با زاویه 45° تا 60° نسبت به خط افقی (زیر آن) بکشید؛ مفتول جوشکاری را با زاویه 45° نسبت به خط افقی (روی آن) ترسیم کنید.

ج) مقطع یک اتصال لب به لب جناغی را در وضعیت عمودی ترسیم کنید. مشعل را با زاویه 30° تا 45° نسبت به خط افقی (زیر آن) بکشید؛ مفتول جوشکاری را با زاویه 30° تا 45° نسبت به خط افقی (روی آن) ترسیم کنید.

۹. سه مجرا: یکی برای عبور استیلن، یکی برای عبور مخلوط گازها و یکی برای عبور اکسیژن خالص در هنگام برشکاری.

۱۰. الف) قطر روزنه‌های میانی و خارجی.

ب) ضخامت ورقی که باید بریده شود و نوع برش.

۱۱. شکل ۱۰-۲۸ را ببینید. شعله پیشگرم‌کن برای برشکاری، شعله‌ای خنثی است که پیش از شروع برشکاری، ورق را با آن گرم می‌کنند تا گداخته شود.

۱۲. گاز استیلن: 34 kPa (۵psi)، گاز اکسیژن: 240 kPa (۳۵psi).

فصل ۱۱

۱. در نموداری که رسم می‌کنید انبر جوشکاری را به ترمینال مثبت دستگاه جوش متصل کنید؛ قطعه کار باید به ترمینال منفی متصل شود؛ جهت جریان را با پیکان مشخص کنید.

جریان الکتریکی که از دستگاه جوش خارج می‌شود و از کابل می‌گذرد، به سبب مقاومت کابل، آن را گرم می‌کند. جریان الکتریکی از طریق همین کابل به انبر جوشکاری و سپس به الکترود می‌رسد. چون قطعه کار به کابل منفی (ترمینال منفی) متصل است، وقتی الکترود را به آن نزدیک کنیم، جریان الکتریکی شکاف هوای بین نوک الکترود و قطعه کار را با جهش می‌پیماید و قوس الکتریکی با دمای

شعله اکساینده را ترسیم کنید و سرمشعل، مخروط داخلی و پوش خارجی را روی آن مشخص کنید. در این نوع شعله مخروط داخلی کوتاه و نوک تیز است و پوش خارجی دارد. از این شعله برای جوشکاری برنج و برنز و زردجوشکاری انواع فلزات استفاده می‌شود.

شعله خنثی را بکشید و سرمشعل، مخروط داخلی و پوش خارجی را روی آن مشخص کنید. این نوع شعله مخروط داخلی سفید و کوتاه و پوش خارجی دارد. از این شعله برای کارهای عمومی جوشکاری و برشکاری استفاده می‌شود.

۲. روش جوشکاری به راست: نمای لبه قطعه کار را در وضعیت افقی ترسیم کنید. خط جوشی، به طور معقول، روی آن نمایش دهید که از چپ به راست می‌رود. مفتول را با زاویه 30° نسبت به سطح خط جوش رسم کنید. مشعل را پشت مفتول و با زاویه 55° نسبت به سطح سمت راست قطعه کار ترسیم کنید. قطعه کار، خط جوش، مفتول و مشعل را روی شکل مشخص کنید. جهت حرکت (از چپ به راست) را با پیکان نشان دهید. زاویه مفتول (30°) و زاویه مشعل (55°) را روی شکل مشخص کنید. اگر زاویه مفتول خیلی کوچک باشد ممکن است سبب انباشته شدن خط جوش شود؛ اگر زاویه مشعل خیلی زیاد و ورق نازک باشد، ممکن است ورق بسوزد و سوراخ شود.

روش جوشکاری به چپ: نمای لبه قطعه کار را ترسیم کنید. خط جوش را از سمت راست به طرف چپ نمایش دهید. مشعل را در جلو خط جوش رسم کنید، به طوری که نسبت به سطح قطعه کار زاویه 75° بسازد و به طرف راست شیب داشته باشد. مفتول را با زاویه 75° به طرف چپ قطعه کار رسم کنید. قطعه کار، مشعل، خط جوش و مفتول را روی شکل مشخص کنید. جهت حرکت را با پیکان نشان دهید. زاویه مفتول (75°) و زاویه مشعل (75°) را روی شکل مشخص کنید. اگر زاویه مفتول کوچک باشد، ممکن است بخش طولتری از مفتول ذوب شود و در نتیجه عمق خط جوش کاهش یابد و پهن شود. کوچک بودن زاویه مشعل سبب ذوب سریع مفتول و بزرگ شدن حوضچه جوش می‌شود.

بسیار بالا ایجاد می‌کند. این قوس الکتروود و قطعه کار را ذوب می‌کند.

۲. الف) جریان مستقیم-قطبیت مستقیم (شکل ۳-۱۱ الف را ببینید).

ب) جریان مستقیم-قطبیت معکوس (شکل ۴-۱۱ الف را ببینید).

ج) جریان متناوب (شکل ۵-۱۱ الف را ببینید).

۳. در روش اتصال جریان مستقیم-قطبیت مستقیم، الکتروود کمتر از قطعه کار گرم می‌شود. در نتیجه خط جوشی باریک، با عمق نفوذ زیاد به وجود می‌آید. در روش اتصال جریان مستقیم-قطبیت معکوس، الکتروود بیشتر از قطعه کار گرما دریافت می‌کند و به سرعت ذوب می‌شود. در نتیجه خط جوشی پهن، با عمق نفوذ اندک به وجود می‌آید. در صورت استفاده از جریان متناوب، گرمای جوشکاری به طور یکنواخت بین الکتروود و قطعه کار توزیع می‌شود. در نتیجه خط جوشی متعادل با عمق نفوذ کم و پهنای زیاد به وجود می‌آید. شکل‌های ۳-۱۱ (ب)، ۴-۱۱ (ب) و ۵-۱۱ (ب) را ببینید.

۴. موتور جوش: مناسب برای کارگاههایی که برق ندارند. ترانس جوش: با برق شبکه کار می‌کند و نگهداری آن ارزان است، اما در محلهایی که برق نیست نمی‌توان از آن استفاده کرد. ترانس جوش-یکسوکنده: جریان متناوب شبکه را به جریان مستقیم جوشکاری تبدیل می‌کند. معمولاً با برق متناوب شبکه کار می‌کند و در محلهایی که برق نیست نمی‌توان از آن استفاده کرد.

۵. اتصال کوتاه عبور شدید جریان است و در جوشکاری هنگامی ایجاد می‌شود که الکتروود در تماس مستقیم با قطعه کار باقی بماند. اتصال کوتاه می‌تواند به دستگاه جوش صدمه بزند.

۶. پرتو فرابنفش قوس به چشم انسان آسیب می‌رساند. در اطراف محوطه جوشکاری باید پرده کشید و همواره از ماسک جوشکاری استفاده کرد.

۷. برای رسم شکل، به شکل‌های ۱۴-۱۱ تا ۱۷-۱۱ رجوع کنید.

الف) ذوب ناقص از کم بودن جریان یا کوتاه بودن قوس ناشی می‌شود. در نتیجه این عیب، خط جوش ضعیف و ناهموار می‌شود.

ب) تخلخل از بالا بودن جریان یا سرعت جوشکاری ناشی می‌شود. این عیب استحکام اتصال را کاهش می‌دهد.

ج) سوختگی کناره جوش از پایین بودن جریان ناشی می‌شود. در نتیجه این عیب، خط جوش ظاهری ناهموار پیدا می‌کند.

د) نفوذ کم از پایین بودن جریان یا کوتاه بودن قوس ناشی می‌شود. این عیب استحکام اتصال را کاهش می‌دهد.

ه) نامیزانی قطعه کار نتیجه استقرار نادرست آن، یا انبساط گرمایی بیش از اندازه است.

۸. در روش خراشی، انبر جوشکاری را محکم در دست می‌گیریم. الکتروود را پایین می‌آوریم تا به فاصله ۲۵mm از سطح قطعه کار (ورق) برسد. صورت و چشمهای خود را با ماسک یا کلاه جوشکاری می‌پوشانیم. الکتروود را به سرعت روی قطعه کار می‌کشیم (شبيه کبريت کشیدن). آن را از سطح کار دور و قوس را در فاصله ۹ تا ۱۲ میلیمتری حفظ می‌کنیم. در روش ضربه‌ای، انبر جوشکاری را محکم در دست می‌گیریم، الکتروود را پایین می‌آوریم تا به فاصله ۲۵mm از سطح قطعه کار (ورق) برسد. صورت و چشمهای خود را با ماسک یا کلاه جوشکاری می‌پوشانیم. نوک الکتروود را به سطح قطعه کار می‌زنیم. الکتروود را بالا می‌آوریم و قوس را در فاصله ۹ تا ۱۲ میلیمتری حفظ می‌کنیم.

۹. شکل دو قطعه را رسم کنید که لبه‌های آنها پخ خورده است و وقتی کنار هم قرار داده شوند درزی جناغی تشکیل می‌دهند.

الف) خط جوش ساده را در ریشه درز ترسیم کنید.

ب) نخستین عبور پرکن را در سمت چپ و روی خط جوش رگه‌ای ترسیم کنید.

ج) دومین عبور پرکن را در سمت راست و روی خط جوش رگه‌ای ترسیم و آن را به نخستین عبور متصل کنید.

د) جوش رویه را روی عبورهای اول و دوم ترسیم و درز را پر کنید. لایه‌های جوش را با پیکان مشخص کنید.

فصل ۱۲

۱. در روش ریخته‌گری در ماسه از قالبهای ماسه‌ای استفاده می‌شود؛ در روش دوم از قالبهای فلزی (ریجه) استفاده می‌شود.

۲. آماده کردن قالب ماسه‌ای از آماده کردن قالب فلزی آسانتر است. برای تولید هر قطعه ریخته‌گری با استفاده از روش ریخته‌گری در ماسه، یک قالب ماسه‌ای جدید لازم است، اما در هر قالب فلزی می‌توان به دفعات ریخته‌گری کرد. سرعت ریخته‌گری در قالب فلزی از ریخته‌گری در قالب ماسه‌ای بیشتر است.

۳. برای ساختن قالب ماسه‌ای تر، قالب ماسه‌ای با چسب سرد و ماهیچه باید از ماسه نرم استفاده کرد. ماسه متوسط نیز برای این کار مناسب است. از ماسه درشت برای ساخت قالب با تخلخل زیاد استفاده می‌کنند.

۴. الف) ماسه خیزی است که برای ساختن قالب به کار می‌رود.

ب) ماده‌نم‌ناپذیری است که برای جلوگیری از چسبیدن ماسه تر به مدل مصرف می‌شود.

ج) ماسه روی قالب، ماسه‌ای است که قبلاً به کار نرفته است و می‌توان آن را مستقیماً روی مدل ریخت.

د) ماسه قالبگیری، ماسه‌ای است که قبلاً یک بار برای قالبگیری از آن استفاده شده است و می‌توان بارها آن را به کار برد.

ه) مدل چندتکه، مدلی است که از دو یا چند تکه تشکیل می‌شود که می‌توان آنها را از هم جدا کرد؛ از این نوع مدل برای تهیه قالبهای پیچیده استفاده می‌شود.

۵. آب به ماسه اضافه و آنها را مخلوط می‌کنیم. یک مشت ماسه را در دست فشار می‌دهیم و سپس آن را دو نیم می‌کنیم. اگر از هم نپاشید و به صورت تمیزی نصف شد، می‌فهمیم که رطوبت آن کافی است.

۶. مدل را اندکی بزرگتر از قطعه مورد نظر می‌سازند.

۷. مقطع قالب را ترسیم کنید. ماله‌ای در داخل بخش آسیب‌دیده بکشید. یک فاشتک پشت آن رسم کنید، گویی ماسه را، در بخش آسیب‌دیده، فشار می‌دهد.

۸. براساس نحوه ریختن فلز مذاب در قالب فلزی؛ یعنی ریخته‌گری تحت اثر نیروی وزن مذاب یا تزریق تحت فشار. ۹. در ماشین ریخته‌گری تحت فشار گرم، بوتله مذاب جزئی از بدنه ماشین است، اما در ماشین ریخته‌گری سرد، فلز در یک کوره بوتله‌ای جداگانه ذوب می‌شود.

۱۰. الف) ترک گرم، ترکی است که در قطعات ریخته‌گری داغ ایجاد می‌شود. علت ایجاد این نوع ترک، سرد شدن سریع قطعه ریخته‌گری است.

ب) تخلخل عبارت است از تشکیل سوراخهای کوچک در قطعه ریخته‌گری. تخلخل نتیجه حبس شدن گاز در قطعه ریخته‌گری است.

ج) مک، حفره‌های ایجادشده در قطعه ریخته‌گری، در نتیجه حبس شدن هوا در فلز مذاب است.

د) ماسه‌سوز، برجستگیهای کوچکی است که در نتیجه حبس ماسه یا سرباره در فلز مذاب، در سطح قطعه ریخته‌گری ایجاد می‌شود.

ه) آخال، ذرات ماسه، سرباره یا اکسیدهایی است که در سطح قطعه ریخته‌گری فرو رفته‌اند.

فصل ۱۳

۱. الف) ذرات ساینده‌ای که برای ساخت چرخ‌سنباده به کار می‌رود.

ب) سختی چرخ‌سنباده.

ج) چسبی که برای متصل کردن دانه‌ها به هم مصرف می‌شود.

۲. برای سنگ زدن مواد سخت باید از چرخهای نرم استفاده کرد؛ چرخهای سخت برای سنگ زدن مواد نرم به کار می‌روند.

۳. الف) زاویه‌ای است که خارها با محور مته می‌سازند.

ب) مته‌مارپیچ تند، زاویه براده‌بزرگتری دارد و برای سوراخ کردن مواد نرم به کار می‌رود. مته‌مارپیچ کند، زاویه براده‌کوچکتری دارد و برای سوراخکاری برنج و مواد دیگری که براده‌های کوتاه تولید می‌کنند مناسب است.

۴. اگر زاویه نوک مته خیلی تند باشد، بازده براده‌برداری

بکشید و چند دندانۀ آن را نشان دهید. جهت چرخش تیغه‌فرز را (جهت حرکت عقربه‌های ساعت) با پیکان مشخص کنید. جهت باردهی قطعه‌کار را (همجهت با چرخش تیغه‌فرز) با پیکان نشان دهید.

۹. الف) صفحه‌تراشی افقی (شکل ۱۳-۵۹). صفحه‌تراشی عمودی (شکل ۱۳-۶۱). کج‌تراشی (شکل ۱۳-۶۲). شیارتراشی و جاخارتراشی (شکل ۱۳-۶۳).

ب) دو تا از این عملیات را در حال اجرا ترسیم کنید. قلم، کله‌گی لولایی، کله‌گی کشویی و قطعه‌کار را روی شکل نشان دهید.

۱۰. جلوگیری از خرابی و کاهش سایش و شکست قطعات.

فصل ۱۴

۱. الف) در بخش خصوصی، مالکیت و مدیریت در دست فراد یا مؤسساتی است که تنها هدف آنها کسب سود است. بخش دولتی را دولت اداره می‌کند و هدف آن عرضه کالاها و خدمات، به منظور انتفاع جامعه است؛ در این بخش سود، انگیزۀ فعالیت نیست.

ب) صنعتی، خدماتی، بازرگانی.

۲. شخصی است که به تنهایی مالک و مدیر یک مؤسسه اقتصادی است. مزایای تک‌مالکی به شرح زیر است: تصمیم‌گیری به سرعت انجام می‌شود؛ تماس با مشتری آسان و شخصی است؛ همه‌ی منافع حاصل از فعالیت مؤسسه عاید یک نفر می‌شود؛ کنترل مؤثرتر است.

۳. طرح‌ریزی، فرمول‌بندی اهداف، تعیین خط‌مشی، پیش‌بینی، بررسی بازار و تصمیم‌گیری نهایی (برای اطلاع از جزئیات بیشتر به متن همین فصل از کتاب رجوع کنید).

۴. نحوه‌ی فعالیت را مشخص کنید (شراکت). مزایا: بارکاری و سایر مسئولیتها را می‌توان بین شرکا تقسیم کرد؛ تصمیم‌گیری به صورت جمعی انجام می‌شود؛ مهارت، تجربه و دانش شرکا یک‌کاسه می‌شود. معایب: کشمکشهای شخصی احتمالی؛ خیانت بعضی از شرکا؛ کاهش سرعت تصمیم‌گیری، زیرا بحث و تبادل نظر با سایر شرکا به طول می‌انجامد.

لبه‌های مته کاهش می‌یابد. اگر زاویۀ نوک مته خیلی باز باشد، نیروی براده‌برداری کاهش می‌یابد. اگر زاویۀ لبه‌های برنده برابر نباشد، همه‌ی کار براده‌برداری را فقط یک لبه انجام می‌دهد و در نتیجه سوراخ گشاد می‌شود. اگر زاویۀ آزادی لبۀ مته کافی نباشد، جدار سوراخ صاف نخواهد بود. اگر زاویۀ آزادی لبه بیش از اندازه باشد، لبه‌های برنده ضعیف می‌شوند و مته به آسانی می‌شکند.

۵. الف) برای کارهای عمومی روتراشی به کار می‌رود.

ب) برای باردهی قلم در قطعه‌کار و نیز برای پیشانی‌تراشی به کار می‌رود.

ج) برای تراشیدن مخروطهای کوتاه به کار می‌رود.

د) مرغک و کلاهک دریل را می‌گیرد. برای باردهی در هنگام سوراخکاری نیز به کار می‌رود.

۶. الف) برای آنکه بتوان به نسبت چرخندۀ مورد نظر دست یافت.

ب) مجموعه چرخندۀ ساده: دو دایره رسم کنید که یکی از دیگری بزرگتر باشد و بر هم مماس باشند. دایرۀ کوچکتر را محرک (محور) و دایرۀ بزرگتر را متحرک (پیچ جلوبر) بنامید. مجموعه چرخندۀ مرکب: سه دایره به قطرهای مختلف ترسیم کنید که بر هم مماس باشند. دایرۀ اولی را محرک (محور)، دایرۀ دومی را هرزگرد (واسطه) و دایرۀ سومی را متحرک (پیچ جلوبر) بنامید.

۷. الف) یک تیغه‌فرز غلتکی را در حال براده‌برداری ترسیم کنید. تیغه و قطعه‌کار را روی شکل مشخص کنید.

ب) یک تیغه‌فرز پیشانی‌تراش را در حال براده‌برداری ترسیم کنید. تیغه و قطعه‌کار را روی شکل مشخص کنید.

ج) یک تیغه‌فرز زاویه‌تراش را در حال براده‌برداری ترسیم کنید. تیغه و قطعه‌کار را روی شکل مشخص کنید.

۸. الف) قطعه‌کار را ترسیم کنید. تیغه‌فرز را روی قطعه‌کار بکشید و چند دندانۀ آن را نشان دهید. جهت چرخش تیغه‌فرز را (جهت حرکت عقربه‌های ساعت) با پیکان مشخص کنید. جهت باردهی قطعه‌کار را (در خلاف جهت چرخش تیغه‌فرز) با پیکان نشان دهید.

ب) قطعه‌کار را ترسیم کنید. تیغه‌فرز را روی قطعه‌کار

طرح؛ مدارک حاصل از تحلیل/تحقیق؛ دست‌کم دو راه‌حل ممکن؛ تکمیل راه‌حل انتخابی (در این مرحله می‌توان مدل یا ماکت طرح را نیز ساخت)؛ نقشهٔ مجموعهٔ راه‌حل نهایی؛ نقشهٔ اجرایی (شامل نماهای مهندسی و نقشه‌های تفصیلی)؛ فهرست مواد و قطعات با گزارش کتبی آزمون و ارزیابی (وقتی طرح تحقق یافت).

پروژه‌های طراحی و ساخت به این منظور ارائه شده‌اند که درک هنرجو از فعالیتهای مشکل‌گشایی افزایش یابد. پیش از طراحی و اجرای پروژه‌های مشخص شده، مثالهای مطرح شده در این فصل را مرور کنید. توصیهٔ ما این است که برای هر پروژه پرونده‌ای تشکیل دهید. برگه‌های طراحی باید شامل اطلاعات زیر باشند: خلاصهٔ طرح؛ مشخصات فنی

فرهنگ اصطلاحات

بالا و فلز مذاب ناخالص در زیر قرار می‌گیرد.	اسیدشویی
زدودن اکسیدهای تشکیل شده روی سطح فلز پس از گرما دیدن، از طریق فرو بردن قطعه در حمام اسید.	
اضافه مجاز	allowance
بُعدی علاوه بر بُعد مورد نظر برای دو قطعه که با هم جفت می‌شوند. هرگاه دو قطعه خلاصی داشته باشند، اضافه مجاز مثبت است و اگر تداخل داشته باشند، اضافه مجاز منفی است.	
الکترولیت	electrolyte
ماده‌ای شیمیایی یا محلول آن در آب، که جریان را از طریق یونش هدایت می‌کند.	
اندازه‌گذاری	dimensioning
روش مورد استفاده طراح یا نقشه کش برای توصیف اندازه‌های قطعه روی نقشه اجرایی.	
انطباق آزاد	clearance fit
سیستم انطباق یا مونتاژی که در آن محور اندکی از سوراخ باریکتر است.	
انطباق تداخلی	interference fit
نوعی انطباق که در آن اندازه حداقل قطعه فرو رفته، از اندازه حداکثر سوراخ بزرگتر است.	
انطباق گذرا	transition fit
سیستم انطباق یا مونتاژی که در آن حداکثر قطر محور از حداقل قطر سوراخ بیشتر، و حداقل قطر محور از حداکثر قطر سوراخ کمتر است.	
انقباض	shrinkage
فرورفتگی کم عمق در سطح قطعه ریختگی.	
اولین عبور پرکن	first filler pass
نخستین لایه جوش که روی ریشه جوش نشاندن می‌شود.	
ای سی	a.c.
صورت اختصاری جریان متناوب.	
بار ریزی	tapping(1)
عمل تخلیه فلز مذاب از کوره به پاتیل.	
بالا کشی	raising
فرایند فلزکوبی برای تولید شکل‌های گود.	
بخش خصوصی	private sector
مجموعه مؤسساتی که اشخاص خصوصی مالک و مدیر آنها هستند.	
بخش دولتی	public sector
مجموعه مؤسساتی که دولت مالک و مدیر آنهاست.	
براده	chips
قطعات کوچک و زاید فلز که در حین برشکاری، سوراخکاری یا روتراشی تولید می‌شود.	

آب بندی با قلع	tinning
پوششکاری هویه با لحیم، پیش از انجام عملیات لحیمکاری.	
آب دهی	quenching
سرد کردن سریع فلزات گداخته در آب یا روغن.	
آب صابون	coolant
مایعی که برای خنک کردن و کاهش اصطکاک قلم فلز تراشی، در حین انجام عملیات ماشینکاری به کار می‌رود.	
آب فلزکاری	electroplating
رسوب فلز روی سطح فلزی دیگر، از طریق الکترولیز، یا عبور جریان الکتریکی از محلولی که فلز اول به صورت یون در آن موجود است.	
آبی کاری	blueing
تولید قشر اکسید آبی رنگ روی سطح فولاد صیقل خورده، از طریق گرم کردن آن.	
آذر سنج	pyrometer
ایزاری برای اندازه گیری دماهای بالا.	
آرام سازی	kill
افزودن فرومگنز به فلز مذاب در فرایند تولید فولاد نرم در کنورتر بسمر.	
آلومین	alumina
اکسید آلومینیم؛ در نتیجه الکترولیز بوکسیت به دست می‌آید؛ مترادف است با کروندوم.	
آلیاژ	alloy
مخلوطی از دو یا چند فلز.	
آند	anode
الکترو د مثبت باتری یا پیل.	
آندی کردن	anodizing
فرایند الکترولیزی که در آن قشر اکسید سخت و غیرخورنده‌ای روی آلومینیم یا آلیاژهای سبک ایجاد می‌شود.	
آهنگری	forge
شکل دادن فلز، از طریق گرم کردن و چکش کاری آن.	
احتراق پذیر	combustible
ویژگی ماده‌ای که بتواند بسوزد؛ مانند گاز استیلن یا بنزین.	
اختلاف منظر	parallax
تغییر ظاهری ایجاد شده در مکان یا امتداد شیء، وقتی ناظر جای خود را تغییر می‌دهد.	
ارتباط ترسیمی	graphic communication
هنر انتقال ایده‌ها به صورت نقشه یا تصویر.	
ارگونومی	ergonomics
بررسی آسایش و بازده انسان در محیط کارش.	
استخراج فلز	smelting
ذوب کانه، همراه با گدازآور مناسب برای تولید مذابی که در آن سرباره در	

analysis	تحلیل	glossy	براق
فرایند یافتن اطلاعات بیشتر در مورد مسئله‌ای مفروض. برای به دست آوردن تصویری روشن از ماهیت مسئله و، در نتیجه، پیدا کردن بهترین راه حل.			آنچه سطح هموار و درخشان داشته باشد.
porosity	تخلخل	reaming	برقوزنی
حفره‌های قطعه ریختگی، که معمولاً در نتیجه خروج گاز از فلز مذاب پدید می‌آیند.			گشاد کردن و هموارسازی سوراخ با استفاده از برقو.
teeming	تخلیه	tuck	برگردان
ریختن فولاد مذاب در پاتیل.			لبه‌های تاشده ورق، به سمت بدنه قطعه یا به طرف یکدیگر.
transformer	ترانسفورماتور	GO	برو
دستگاهی الکتریکی برای کاهش یا افزایش ولتاژ جریان متناوب.			سر شابلون سوراخ که وارد سوراخی می‌شود که قطر آن از کران پایینی بیشتر است.
metal spatter	ترشح	crystalline	بلورین
پاشیدن ذرات فلز مذاب به اطراف.			آنچه ساختار و شکل بلور دارد.
orthographic projection	تصویر قائم	crucible	بوته
روش نمایش نماهای یک جسم به صورت دوبعدی، به منظور تهیه نقشه‌ای با اندازه یک به یک.			ظرف دیرگدازی که در آن فلز ذوب می‌کنند.
riser	تغذیه	shovel	بیل
مجربایی در قالب، برای سرریز کردن فلز مذاب، که نشانه پر شدن حفره قالب است.			ابزار آهنگر برای جمع‌آوری کک.
reinforcement	تقویت	tenacity	پایداری
برجستگی خط جوش، نسبت به سطح درز.			استحکام کششی نهایی ماده.
tolerance	توانس	pinning	پر شدن
اختلاف بین حدود ابعادی محور یا سوراخ.			انباشته شدن ذرات براده در دندانه‌های سوهان.
flux	تنکار	dividers	پرگار اندازه‌گیر
ماده‌ای که در هنگام لحیمکاری، زردجوشکاری و لحیم نقره مصرف می‌کنند تا از اکسایش جلوگیری کند. بعضی از تنکارها می‌توانند درز را نیز تمیز کنند.			ابزاری شبیه پرگار معمولی، که برای اندازه‌گیری یا انتقال اندازه به کار می‌رود.
keyway	جباخار	callipers	پرگار اندازه‌گیری
شکاف ایجادشده روی محور یا در سوراخ برای نصب خار.			ابزاری برای انتقال اندازه‌ها.
electric current	جریان الکتریکی	pearlite	پرلیت
شارش الکتریسته.			از سازنده‌های فولاد و چدن؛ از لایه‌های متناوب فریت و سمنتیت تشکیل می‌شود.
eddy current	جریان گردابی	backfiring	پس زدن شعله
جریان موضعی القا شده در رسانا، به وسیله میدان مغناطیسی متغیر.			انفجاری که در نتیجه برگشت شعله به داخل مشعل، در هنگام جوشکاری، ایجاد می‌شود.
weld	جوش	burr	پلیسه
حوضچه مذاب منجمدشده درز جوشکاری شده.			لبه ناهموار باقیمانده در محل برش، سوراخکاری یا سنبه‌کاری فلز.
wash coat	جوش رویه	pyrite	پیریت
نگاه کنید به عبور رویه.			نوعی کانه آهن که از سولفید آهن (FeS _۲) تشکیل می‌شود. جلای زرد دارد؛ در تولید چدن و فولاد مصرف‌چندانی ندارد، زیرا گوگرد آن زیاد است.
boil	جوشش	spot facing	پیشانی تراشی موضعی
نگاه کنید به غلیان.			تراز کردن سطح موجدار، برای نشستن واشز و گل پیچ.
overhead welding	جوشکاری بالاسری	prototype	پیش نمونه
وضعیت جوشکاری که در آن درز در سطح زیرین قطعه کار واقع شده و قطعه کار بالای سر جوشکار قرار دارد.			مدل آزمایشی یا ابتدایی مصنوع یا سیستم طراحی شده.
		annealing	تابکاری
			فرایند نرم کردن فلز از طریق گرم کردن و سپس آهسته سرد کردن آن.

magnetism	خاصیت مغناطیسی
خاصیت ماده‌ای که به صورت آهنربا عمل می‌کند و آهن را جذب یا دفع می‌کند.	
clinker	خاکه جوش
ماده سنگ‌مانند ناهمواری که پس از سوختن زغال‌سنگ در کوره آهن‌گری باقی می‌ماند.	
chopping out	خرد کردن
قطعه قطعه کردن.	
countersinking	خزینه کاری
گشاد کردن سر سوراخی که با مته ایجاد شده، با استفاده از مته خزینه، به منظور جای دادن گُل پیچ یا پرچ.	
design brief	خلاصه طرح
بیان کوتاه و موجز مشکلی که نیاز به راه حل دارد.	
corrosion	خوردگی
فرسایش آهسته فلزات در نتیجه حمله مواد شیمیایی.	
flask	درجه
جعبه‌ای که با ماسه قالبگیری پر می‌شود و ماسه را در آن می‌کوبند تا قالب ایجاد شود.	
circular over-folded seam	درز لبه گرد برگردان
نام دیگر درز خشکه‌بند؛ برای ایجاد اتصال آب‌بندی شده در ورقکاری به کار می‌رود.	
toxic fume	دود سمی
گاز، بخار یا دود مسموم‌کننده.	
acetylene soot	دوده
پودر سیاهی که در دود حاصل از سوختن گاز استیلن مشاهده می‌شود.	
second filler pass	دومین عبور پرکن
لایه دوم جوش که روی لایه اول و در یک طرف درز ایجاد می‌شود.	
counterboring	دهانه تراشی
گشاد کردن دهانه سوراخی که با مته ایجاد شده، تا عمقی که بتواند گُل پیچ را در خود جای دهد.	
refractory	دیروگداز
ماده مورد استفاده برای پوششکاری جدار داخلی کوره‌ها؛ در برابر دمای بالا مقاومت می‌کند و با فلز مذاب، سرباره مذاب و گازهای داغ واکنش انجام نمی‌دهد.	
DCRP	دی سی آر پی
جریان مستقیم - قطبیت معکوس.	
DCSP	دی سی اس پی
جریان مستقیم - قطبیت مستقیم.	
root fusion	ذوب ریشه
ذوب شدن ناحیه زیرین درز، در فلز پایه‌ای که جوشکاری می‌شود.	

out-of-position welding	جوشکاری در وضعیت دشوار
جوشکاری در هر وضعیتی غیر از وضعیت تخت؛ شامل جوشکاری افقی، جوشکاری عمودی و جوشکاری بالاسری.	
fusion welding	جوشکاری ذوبی
فرایند جوشکاری که در آن قطعات فلزی که به هم جوشکاری می‌شوند، در ناحیه درز، به صورت حوضچه مذاب ذوب و سپس منجمد می‌شوند.	
upsetting	چاق سازی
در آهن‌گری، افزایش سطح مقطع میله، به بهای کاهش طول آن.	
crater	چاله جوش
فرورفتگی کم عمق خط جوش.	
cast iron	چدن
آلیاژ آهن - کربن که مقداری کربن اضافی دارد.	
grey cast iron	چدن خاکستری
چدنی که در آن بخش عمده کربن اضافی به صورت پولکهای گرافیت است.	
pig iron	چدن خام
چدن ناخالص تولیدشده از سنگ آهن در کوره بلند. به عنوان ماده اولیه برای تولید انواع فولاد و چدن ریخته‌گری به کار می‌رود.	
white cast iron	چدن سفید
چدنی که در آن همه کربن به صورت سمیتیت است.	
degreasing	چربی زدایی
حذف چربی ناخواسته از روی قطعه، با گرما یا استفاده از مایعی آلی.	
mop	چرخ پرداخت
چند لایه کرباس به هم دوخته شده یا ندرخته که روی سر محور ماشین پرداخت نصب می‌کنند و قطعات فلزکوبی شده را با آن صیقل کاری می‌کنند.	
toughness	چقرمگی
قابلیت ماده برای خمش یا پیچش و مقاومت در برابر ضربه، بدون آنکه گسیخته شود.	
malleability	چکشخواری
قابلیت فلز برای چکش کاری، نورد یا روزنایی، بدون آنکه گسیخته شود.	
relative density	چگالی نسبی
نسبت چگالی هر ماده در مقایسه با چگالی آب، آن را وزن مخصوص می‌نامیدند.	
limits	حدود
اندازه‌های مجاز حداقل و حداکثری که قطعه را می‌توان طبق آنها ماشینکاری یا تولید کرد.	
die(1)	حدیده
ابزاری که برای ایجاد رزوه به کار می‌رود.	
forming an eye	حلقه سازی
خمکاری فلز برای تولید حلقه.	

rendering **سایه زدن**
روشی برای واقعی نشان دادن نقشه و برجسته‌سازی اثر نور و سایه در آن.

hardfacing **سخت‌سازی سطحی**
ایجاد لایه‌ای سطحی از ماده سخت برای افزایش مقاومت در برابر سایش.

case hardening **سخت‌کاری سطحی**
فرایند ایجاد لایه سطحی سخت در فولاد، از طریق گرم کردن آن در محیط غنی از کربن و سپس آبدادن.

hardness **سختی**
قابلیت ماده برای مقاومت در برابر خراش برداشتن و سایش.

slag **سرباره**
تقاله جدا شده از چدن خام، پس از ذوب در کوره.

mushroom head **سرپهن**
کلاهک گنبدی تشکیل شده روی سر بعضی از ابزارها، مانند قلم و سنبه، در نتیجه چکش کاری.

truncated surface **سطح بریده**
سطح منشور، استوانه، هرم یا مخروطی که قطع شده باشد.

surface plate **سطح صاف**
صفحه چدنی صلبی که سطح آن کاملاً تخت است؛ برای واریسی تختی سایر سطوح یا به عنوان سطح مبنا برای نشانه‌گذاری قطعه کار در ماشینکاری از آن استفاده می‌شود.

cementite **سمنتیت**
کاربید آهن که از سازنده‌های مهم آهن و چدن است؛ سمنتیت بسیار سخت و شکننده است.

punching **سنبه کاری**
فرایندی در آهنگری که به کمک آن در فلز گداخته سوراخ (گرد، چهارگوش و غیره) ایجاد می‌کنند.

centre punch **سنبه مرکز نشان**
ابزار فلزی نوک تیزی که برای مشخص کردن محل شروع سوراخکاری با مته به کار می‌رود.

anvil **سندان**
قطعه‌ای آهن، گاهی با رویه فولادی، که فلزات را روی آن آهنگری و چکش کاری می‌کنند.

limestone **سنگ آهک**
سنگ رسوبی حاوی بیش از ۵۰ درصد وزنی کربنات کلسیم؛ به بار کوره بلند اضافه می‌شود تا با ناخالصیهای دیگر، مانند گوگرد و سیلیسیم، ترکیب شود و سرباره تشکیل دهد.

water-of-Ayr stone **سنگ صیقل**
سنگ مخصوصی برای حذف خراشهای کوچک از سطح قطعه کارهایی که با استفاده از ماشین پرداختکاری صیقل می‌خورند.

blind hole **سوراخ کور**
سوراخی که از تمام ضخامت قطعه نگذشته باشد.

conductivity **رسانندگی**
توانایی ماده در عبور دادن گرما یا الکتریسیته.

precipitation **رسوبگذاری**
تشکیل ماده جامد انحلال‌ناپذیر، در نتیجه انجام واکنش شیمیایی در محلول.

colour code **رمز رنگی**
استفاده از رنگ به عنوان معیار شناسایی.

lubricant **روانکار**
ماده‌ای که برای کاهش اصطکاک بین قطعات متحرک به کار می‌رود.

orifice **روزنه**
سوراخی در نوک سرمشعل جوشکاری یا برشکاری

passive flux **روغن لحیم بی اثر**
روغن لحیمی که کار آن صرفاً جلوگیری از اکسایش بیشتر ناحیه اتصال در هنگام لحیمکاری است. این نوع روغن سبب خوردگی نمی‌شود.

active flux **روغن لحیم فعال**
نوعی روغن لحیم که تشکیل اکسید را کاهش می‌دهد و سطح فلز را تمیز می‌کند.

overlap **روی هم افتادگی**
پخش شدن جوش روی کناره‌های درز.

galvanizing **رویه کاری**
محافظت از سطح فولاد یا چدن در برابر زنگ‌زدگی، از طریق پوششکاری با روی.

die(2) **ریجه**
قالب فلزی دائمی برای تولید قطعات ریختگی.

casting(1) **ریخته‌گری**
فرایند تولید قطعه، از طریق ریختن فلز مذاب در قالب و انجماد آن.

die-casting **ریخته‌گری در ریجه**
یکی از روشهای ریخته‌گری که در آن فلز را در قالب فلزی می‌ریزند.

core print **ریشه ماهیچه**
برجستگیهای کوچک در سرهای مدل، که در قالب فرورفتگی ایجاد می‌کند تا ماهیچه در آنها بنشینند.

electrode angle **زاویه الکترود**
زاویه شیب الکترود نسبت به سطح قطعه کار.

weld angle **زاویه جوش**
زاویه الکترود با محور عمودی خط جوش. مترادف است با زاویه حرکت.

work angle **زاویه کار**
زاویه شیب الکترود نسبت به سطح قطعه کار در حین جوشکاری افقی.

tuyeres **زنپورک**
روزنه‌هایی در کوره که هوا از طریق آنها به داخل کوره دمیده می‌شود.

aesthetic **زیبایی شناختی**
مربوط به زیبایی (مثلاً زیبایی مصنوعات تولیدی).

scriber	سوزن خط‌کش
ابزار فولادی نوک‌تیز که برای نشانه‌گذاری فلز، قبل از عملیات شکل دادن از آن استفاده می‌شود.	
swarf	سوفاله
تراشه‌ها یا براده‌های ریز فلز که در عملیاتی مانند سوراخکاری یا روتراشی تولید می‌شود.	
file	سوهان
ابزاری با سطوح برنده، که برای براده‌برداری به کار می‌رود.	
fluidity	سیالیت
قابلیت فلز مذاب برای جریان یافتن و تغییر شکل آزادانه.	
poker	سیخ‌کوره
ابزاری که آهن‌گر با استفاده از آن خاکه‌جوش را از کوره جدا می‌کند و بیرون می‌کشد.	
siderite	سیدریت
از کانه‌های کم‌عیار آهن که در حدود ۳۰ درصد آهن دارند و آن را شالیبت نیز می‌نامند.	
chalybite	شالیبت
نگاه کنید به سیدریت.	
sleeping partner	شریک غیرفعال
شریکی که در اداره مؤسسه دخالت ندارد.	
carburizing flame	شعله احیاکننده
شعله جوشکاری که در آن مقدار استیلن از مقدار اکسیژن بیشتر است.	
oxidizing flame	شعله اکسایشده
شعله جوشکاری که در آن مقدار اکسیژن از مقدار استیلن بیشتر است.	
preheating flame	شعله پیشگرم‌کن
شعله اکسی استیلن خنثی، که در برشکاری برای گرم کردن فلز، پیش از فشار دادن دسته اکسیژن، به کار می‌رود.	
neutral flame	شعله خنثی
شعله جوشکاری که در آن مقدار اکسیژن و استیلن برابر است.	
ductility	شکلپذیری
قابلیت فلزات و آلیاژها برای کشش سرد، بدون ایجاد گسیختگی، مثلاً به منظور تولید سیم.	
brittleness	شکنندگی
تمایل فلز به شکستن، بدون تغییر شکل قبلی و تحت تنش کم.	
bloom	شمه
مبله ضخیم فلزی که ابتدا آن را به شمشال و سپس به مقاطع دیگری مانند مفتول، ورق و صفحه تبدیل می‌کنند.	
strike-off bar	شمه
تخته چوبی مستطیلی که برای صاف کردن ماسه قالبگیری فشرده شده در درجه از آن استفاده می‌شود.	
cover lens	شیشه خارجی
یک جفت شیشه شفاف که روی شیشه‌های رنگی عینک جوشکاری	
نصب می‌شوند.	
planishing	صافکاری
تصحیح شکل قطعه با چکش، پس از فرایند فلزکوبی.	
horizontal plane	صفحه افقی
صفحه تصویری اصلی فرضی که فرض می‌شود نمای افقی جسم روی آن تصویر یا ترسیم می‌شود.	
vertical plane	صفحه عمودی
صفحه فرضی تصویری قائم که روی آن نمای افقی ترسیم می‌شود.	
moulding board	صفحه قالبگیری
تخته مسطحی که پیش از قرار دادن مدل، زیر لنگه زیری درجه قرار می‌دهند و سپس آن را با ماسه قالبگیری پر می‌کنند و می‌کوبند.	
designing	طراحی
فرایند یافتن راه‌حل‌های ترسیمی برای مسائل مختلف.	
contour	طرح کلی
خطوط پیرامونی هر قطعه یا جسم.	
bonding agent	عامل پیوند
ماده‌ای که برای متصل کردن قطعات فلزی به یکدیگر به کار می‌رود؛ مانند لحیم نرم.	
cover pass	عبور رویه
خط جوش نهایی در درزی که با چند عبور جوشکاری می‌شود؛ مترادف است با جوش رویه.	
stringer bead	عبور ریشه
نخستین لایه جوش که در ریشه درز نشانده می‌شود؛ آن را ریشه جوش هم می‌نامند.	
Iron Age	عصر آهن
دوره‌ای پس از عصر مفرغ، که در آن برای ساخت ابزار و وسایل مورد نیاز بیشتر از آهن استفاده می‌کردند.	
Bronze Age	عصر مفرغ
دوره‌ای پیش از عصر آهن، که در آن ابزارها و وسایل مورد نیاز را معمولاً از مفرغ (برنز) می‌ساختند.	
capillary action	عمل موئین
پدیده‌ای ناشی از کشش سطحی، که سبب بالا آمدن یا پایین رفتن سطح مایعات در لوله‌های باریک می‌شود.	
goggles	عینک ایمنی
عینکی که در کارگاه به چشم می‌زنند تا در برابر گرد و خاک و براده از چشم محافظت کند.	
blow	غلیان
جوشش شدید در کنورتر بسمر، که ناشی از سوختن کربن و سایر	

spurt	فوران
پاشش ناگهانی، به صورتی که در هنگام فرو بردن قطعه فلزی داغ در حمام سید مشاهده می‌شود.	
mould	قالب
حفره ایجاد شده در ماسه که فلز مذاب در آن می‌ریزند تا به صورت قطعه ریختگی منجمد شود.	
pigs	قالب شمش‌ریزی
نوعی قالب فلزی که چدن مذاب را در آن می‌ریزند، تا به صورت شمش قابل ذخیره‌سازی شود.	
electric terminals	قطبهای الکتریکی
نقاط مثبت و منفی مدار برق.	
polarity	قطبیت
روش اتصال الکتروود و قطعه کار به ترمینالهای مثبت و منفی دستگاه جوش	
casting(2)	قطعه ریختگی
قطعه‌ای که به روش ریخته‌گری تولید شده باشد.	
tap	قلاويز
بزاری که برای تولید رزوه داخلی به کار می‌رود.	
tapping(2)	قلاويزکاری
استفاده از قلاويز برای رزوه کردن سوراخ.	
chipping	قلم‌زنی
کندن قطعات کوچک و زاید فلز با استفاده از قلم.	
arc	قوس
نخلیه‌گازی یونی بین دو الکتروود؛ مشخصه آن رلناژ کم و جریان زیاد است.	
electric arc	قوس الکتریکی
نخلیه‌گازی یونی بین دو الکتروود یا بین یک الکتروود و قطعه کار.	
hopper	قیف
خش مخروطی کوره بلند که بار از آنجا وارد کوره می‌شود.	
cathode	کاتد
لکتروود منفی باتری یا پیل.	
functions	کارکردها
عملیات اصلی و پایه‌ای هر ابزار یا ماشین.	
hollowing	کاستری
نرابند چکش‌کاری یا گرم کردن قطعات فلزی برای ایجاد شکلهایی با گودی کم مانند سینی و کاسه.	
elasticity	کشسانی
قابلیت فلز برای یافتن شکل یا اندازه اولیه خود، پس از کشیده شدن، فشرده شدن یا تغییر شکل دادن.	
coke	سک
سوخت حاصل از گرم کردن شدید زغال‌سنگ در کوره‌ای هوابندی‌شده؛	

ناخالصیها با اکسیژن است؛ مترادف است با جوشش.	
hot dipping	غوطه‌وری در مذاب
فرو بردن قطعه فلزی در حوضچه‌ای از فلز مذاب، به منظور پوششکاری سطح آن.	
notch	فاق
فرورفتگی ایجاد شده در سطح قطعه آهن‌گری، پیش از انجام فرایند لاغرسازی.	
ultraviolet	فرابنفش
تابش الکترومغناطیسی با طول موجی درست بعد از ناحیه بنفش طیف مرئی. پرتوهای فرابنفشی که در حین جوشکاری قوسی منتشر می‌شوند، می‌توانند بر چشم تأثیر بدی بگذارند.	
up-milling	فرزکاری فرارو
نگاه کنید به فرزکاری معمولی.	
conventional milling	فرزکاری معمولی
نوعی روش فرزکاری که در آن قطعه کار در جهت خلاف جهت چرخش تیغه‌فرز باردهی می‌شود؛ مترادف است با فرزکاری فراتر.	
climb milling	فرزکاری همسو
عملیات فرزکاری که در آن قطعه کار در جهت چرخش تیغه‌فرز باردهی می‌شود؛ مترادف است با فرزکاری فروبر.	
scrolls	فروروزه
مارپیچهای تزئینی در کارهای آهن‌گری.	
sinking	فروبری
شکل دادن بخشی از فلز و باقی گذاشتن قاعده و دوره‌ای تخت، مثلاً به شکل بشقاب.	
drawing down	فروکشی
کاهش سطح مقطع قطعه فلزی و لاغرتر و طولتر کردن آن.	
ferrite	فریت
نام آهن خالص و یکی از سازنده‌های میکروسکوپی فولاد.	
ferrous metal	فلز آهنی
فلزی که آهن داشته باشد.	
non-ferrous metals	فلزات غیرآهنی
فلزاتی که آهن ندارند.	
parent metals	فلزات مبنا
قطعات فلزی که به یکدیگر لحیمکاری، زردجوشکاری، لحیم‌نقره یا جوشکاری می‌شوند.	
filler metal	فلز پرکن
میله‌ای فلزی که در حوضچه (درز) جوش یا درز زردجوشکاری ذوب می‌شود تا آن را پر و مستحکم کند.	
beaten metalwork	فلزکوبی
چکش‌کاری ورق برای شکل دادن به مصنوعات مانند سینی و دیس.	
molten metal	فلز مذاب
فلزی که بر اثر گرما دیدن به حالت مایع درآمده است.	

thermoplastic	گرما - نرم
ویژگی ماده‌ای که بر اثر گرم شدن نرم شود؛ ویژگی هر نوع ماده پلاستیکی که بتوان آن را به آسانی قالبگیری کرد و سپس، با گرما دادن، بار دیگر به آن شکل داد.	
try square	گونبای فلزی
ابزاری که برای ترسیم زاویه قائمه یا وارسی گونیا بودن به کار می‌رود.	
vice	گیره
ابزاری با فکهای متحرک برای گرفتن و نگه داشتن قطعه کار.	
caulking	لبه کوبی
ضمیمه سازی لبه ورق فلزی، از طریق چکش کاری با چکش بالاکشی.	
hard soldering	لحیمکاری سخت
اصطلاحی کلی برای زردجوشکاری و لحیم نقره.	
sweating	لحیمکاری غیرمستقیم
گرما دادن قطعات قلع کاری شده، به صورتی که لحیم ذوب شود و قطعات به هم بچسبند.	
cope	لنگه رویی درجه
نیمه بالایی درجه قالبگیری.	
drag	لنگه زیری درجه
نیمه پایینی درجه قالبگیری	
limonite	لیمونیت
کانه آهن که آن را سنگ آهن قهوه‌ای نیز می‌نامند؛ عمدتاً از هیدروکسید آهن بلوری، همراه با هماتیت و سایر اکسیدهای آهن تشکیل می‌شود.	
flammable substance	ماده آتشگیر
ماده‌ای که به آسانی آتش می‌گیرد.	
face shields	ماسک جوشکاری
صفحه محافظی که از صورت در برابر گرد و غبار، تابش شدید و براده و جرقه محافظت می‌کند.	
green sand	ماسه تر
ماسه قالبگیری خیس.	
facing sand	ماسه روی قالب
ماسه تازه‌ای که در قالبگیری روی مدل می‌ریزند.	
moulding sand	ماسه قالبگیری
ماسه مورد استفاده برای ساخت قالب؛ معمولاً چندین بار مصرف می‌شود.	
mock-up	ماکت
مدلی از یک وسیله یا مصنوع که از چوب، مقوا، گچ و مانند آن ساخته می‌شود تا بتوان در مورد طرح اطلاعاتی به دست آورد.	
core	ماهیچه
قطعه‌ای ساخته شده از ماسه یا فلز، که در قالب قرار می‌دهند تا در قطعه ریختگی سوراخ ایجاد شود.	
datum	مبنا
نقطه، خط یا سطح مرجعی که اندازه‌گیریها نسبت به آن انجام می‌شود.	

در کوره بلند، به عنوان عامل احیای اکسیدهای آهن، برای تولید چدن خام به کار می‌رود.	
buckling	کمانش
تغییر شکل و خم شدن قطعه در نتیجه اعمال فشار در امتداد محور طولی آن.	
Bessemer converter	کنورتور بسمر
کوره مخصوصی که در آن چدن خام را، با استفاده از فرایند بسمر، تصفیه می‌کنند.	
ramming	کوبیدن
فشرده سازی با ضربه، مثلاً کوبیدن ماسه در درجه برای قالبگیری.	
cupola	کوپل
کوره‌ای برای تولید چدن ریخته گری.	
blast furnace	کوره بلند
کوره‌ای عمودی که برای ذوب سنگ آهن و تولید چدن خام به کار می‌رود.	
open hearth furnace	کوره اجاق باز
نوعی کوره انعکاسی که در فولادسازی به کار می‌رود.	
reverberatory furnace	کوره انعکاسی
کوره‌ای که چنان ساخته شده که گرما را به روی بار داخل کوره منعکس می‌کند.	
crucible furnace	کوره بوته‌ای
کوره‌ای که با استفاده از آن فلز داخل بوته را ذوب می‌کنند.	
puddling furnace	کوره بودلاژ
کوره‌ای که در آن آهن ورزیده تولید می‌کنند.	
sandbag	کیسه شن
کیسه چرمی پر شده از ماسه که به جای بلوک چوبی در کاسگری به کار می‌رود.	
galena	گالن
سولفید سرب؛ فراوانترین کانه سرب که به صورت بلورهای مکعبی، به رنگ خاکستری مایل به آبی دیده می‌شود.	
fusibility	گدازپذیری
قابلیت فلز برای ذوب شدن بر اثر گرما.	
gooseneck	گردن غازی
بخشی از ماشین ریخته گری تحت فشار که سرلوله تزریق در آن قرار دارد.	
recalcence	گرمادهی
آزاد شدن گرمای چدن یا فولاد، در حین سرد شدن و گذر از دمایی که در آن ساختار بلوری تغییر می‌کند.	
thermosetting	گرما - سخت
ویژگی نوعی پلاستیک که پس از گذراندن تغییرات شیمیایی در حین شکل گیری، دیگر نمی‌توان با اعمال گرما و فشار دوباره به آن شکل داد.	
decalcence	گرماگیری
جذب گرما در هنگامی که آهن یا فولاد در گذر از ناپیوستگی روی منحنی گرمایش / سرمایش گرما داده می‌شود.	

محللول جامد	solid solution	نقشه اجرایی تفصیلی	detail working drawing
ماده جامدی که در آن یک ماده به طور یکنواخت در ماده‌ای دیگر پخش شده است.		نقشه‌ای که در آن جزئیات هر قطعه از مصنوع یا وسیله نشان داده می‌شود.	
محیط زیست	environment	نقشه اجرایی مونتاژ	assembly working drawing
محیط و شرایط فیزیکی پیرامون انسان؛ شرایط یا وضعیت زندگی.		نقشه‌ای که در آن نحوه اتصال قطعات یک مجموعه به یکدیگر نشان داده می‌شود.	
مدخل	inlet	نماد	notation
محل ورود گاز یا ماده‌ای دیگر به داخل ظرف.		نشانه یا علامت مورد استفاده برای نشان دادن اعداد، کمیتها، عبارتها یا کلمات.	
مدل	model	نمای کمکی	auxiliary view
صورت کوچک شده قطعه یا وسیله مورد نظر.		نمای جسمی که روی صفحه‌ای موازی با سطحی مایل تصویر شده است.	
مدل	pattern	ورنیه	vernier
در ریخته‌گری، شکل یا برگردان دقیق قطعه‌ای که هدف ریخته‌گری آن است.		مقیاس کمکی کوچک متحرک، که در تماس با مقیاسی مدرج می‌لغزد. معمولاً برحسب $\frac{1}{10}$ مقیاس اصلی مدرج می‌شود؛ خواندن کسری از درجه را امکانپذیر می‌کند.	
مدل چندتکه	split pattern	وزن مخصوص	specific gravity
مدل ساخته شده از دو یا چند قطعه؛ برای تهیه قالبهای پیچیده از آن استفاده می‌شود.		نگاه کنید به چگالی نسبی.	
مشخصات فنی طرح	design specification	ولتاژ	voltage
بیان مکتوب کارکردها، کنترلها و محدودیتهایی که طرح باید با آنها انطباق داشته باشد.		مقدار نیروی محرکه یا اختلاف پتانسیل؛ برحسب ولت اندازه‌گیری می‌شود.	
مشعل جوشکاری	blowpipe	ولتاژ اتصال - کوتاه	short-circuit voltage
وسيله‌ای برای تولید شعله، به منظور انجام عملیات جوشکاری، برشکاری و زردجوشکاری.		ولتاژ دستگاه جوش، در هنگامی که قوس ایجاد می‌شود و الکترو یا قطعه‌کار یا میز کار فلزی تماس مستقیم دارد.	
مفرغ لحیم	spelter	ولتاژ مدار باز	open-circuit voltage
مفتول مورد استفاده برای زردجوشکاری یا لحیم نقره.		ولتاژ بین ترمینالهای دستگاه جوش، وقتی دستگاه روشن است، اما هنوز قوس ایجاد نشده یا جوشکاری انجام نمی‌شود.	
مقایسه گر	comparator	ولتاژ مدار بسته	closed-circuit voltage
ابزار یا وسیله مورد استفاده برای مقایسه اشیاء با استاندارد مورد نظر.		ولتاژ بین ترمینالهای دستگاه جوش، وقتی قوس ایجاد می‌شود و برقرار می‌ماند، یا وقتی جوشکاری در حال انجام است.	
مک لوله‌ای	pipng	ویژگی	feature
گودی ته مخروط در فرایند کشش، که سرانجام سبب شکافتن آن می‌شود. غالباً در نتیجه سردکاری فلزات ایجاد می‌شود.		صفت مشخصه یک قطعه یا نقشه.	
منیتیت	magnetite	هاشور	hatching
غنیترین کانه آهن، که بیش از ۶۵ درصد آهن دارد؛ این کانه خاصیت مغناطیسی قوی دارد.		مجموعه‌ای از خطوط موازی، که با زاویه ۴۵° روی نقشه ترسیم می‌شود تا سطح بریده را نشان دهد.	
موجدار	undulating	هماتیت	hematite
دارای سطح موج.		کانه آهن حاوی ۵۰ تا ۶۰ درصد آهن که رنگ آن سرخ است.	
میکرومتر	micrometer	یکنواخت‌سازی	normalizing
ابزاری برای اندازه‌گیری دقیق فواصل و ضخامتهای اندک.		فرایند نرم کردن فلز، از طریق گرم کردن و سرد کردن آن، با سرعتی بیش از آنچه در تابکاری مرسوم است.	
مؤسسه اقتصادی	enterprise	نسوختنی	non-combustible
شرکت یا بنگاهی که فعالیتهای اقتصادی انجام می‌دهد.		گاز یا ماده‌ای که نمی‌تواند بسوزد.	
نرو	NOT GO		
سری از شابلون سوراخ که برای واریسی اندازه سوراخهایی به کار می‌رود که قطر آنها از حد قابل قبول کمتر است.			

واژه‌نامه

sphalerite	اسفالریت	quenching	آب‌دادن
sponge	اسفنج	brush	آبدان
carpenter's chisel	اسکنه	coolant	آب‌صابون
pickling	اسیدشویی	electroplating	آب‌فلزکاری
allowance	اضافه مجاز	blueing	آبی‌کاری
	اکستروژن ← روزنرانی	firebrick	آجرنسوز
electrode	الکتروود	knurling	آج‌زنی
coated electrode , shielded electrode	الکتروود روپوش‌دار	spanner	آچار
bare electrode	الکتروود لخت	chuck key	آچار سه‌نظام
tongs	انبر	inclusion	آخال
electrode holder	انبر جوشکاری	pyrometer	آذرسنج
open mouth tongs	انبر دم‌باز	lining	آستر
closed mouth tongs	انبر دم‌بسته	austenite	آستنیت
vee bit tongs	انبر دم‌جناغی	acrylonitrile butadiene styrene	آکریلونیتریل بوتادی‌ان استیرن
box tongs , square tongs	انبر دم‌چهارگوش	acrylic	آکریلیک
hollow bit tongs , round bit tongs	انبر دم‌گرد	alloy	آلیاژ
crucible tongs	انبر طوق	anodizing	آندی‌کردن
dandy tongs , pickup tongs	انبر گازانبری	scrap	آهن‌قراضه
universal tongs	انبر همه‌کاره	flatter	آهن‌کوب
dimensioning	اندازه‌گذاری	forgework , forging	آهن‌گری
clearance fit	انطباق آزاد	wrought iron	آهن ورزیده
interference	انطباق تداخلی		
transition fit	انطباق گذرا	former	ابزار فرم
shrinkage	انقباض	welding booth	اتاقک جوشکاری
ureaformaldehyde	اوره‌فرمالدئید	joint	اتصال
		vee joint	اتصال جناغی
tempering	بازپخت	double vee joint	اتصال جناغی دوطرفه
manipulating the blowpipe	بازی کردن با مشعل	single vee joint	اتصال جناغی یک‌طرفه
backlite	باکلیت	tee joint	اتصال سپری
raising	بالاکشی	groove joint	اتصال شیاری
chip	براده	lap joint	اتصال لب‌برلب
resilience	برجهندگی	butt joint	اتصال لب‌به‌لب
file card	برس سوهان	vernier height gauge	ارتفاع‌سنج ورنیه‌دار
wire brush	برس سیمی	ergonomics	ارگونومی
reamer	برقو	saw	اره
reaming	برقوزنی	hacksaw	اره آهن‌بر
hand reamer	برقوی دستی	piercing saw	اره سوراخ‌بر
taper reamer	برقوی مخروطی	sheet saw	اره ورق‌بر
brass	برنج	cellulose acetate	استات سنولوز
	برنج بدلی ← برنج طلایی	tenacity	استحکام کششی

screw cutting	پیچ تراشی	Muntz brass	برنج زرد
leadscrew	پیچ جلوبر	clock brass	برنج سخت
stud	پیچ دوسر	gilding metal	برنج طلایی
cheese-headed screw	پیچ سراسطوانه‌ای	cartridge brass	برنج فشنگ
coil	پیچک	naval brass	برنج کشتی
screwing	پیچ کردن	bronze	برنز
screwdriver	پیچ‌گوشتی	bed	بستر
gimlet	پیچ مدل‌کش	ball-bearing	بلبرینگ
bolt	پیچ مهره		بلوک جناغی ← گونیای جناغی
french curve	پیستوله	crucible	بونه
facing , face milling	پیشانی تراشی	bornite	بورنیت
spot facing	پیشانی تراشی موضعی		
headstock	پیش‌دستگاه	ladder	پاتیل
feed	پیشروی	heel	پاشنه
preheat	پیشگرم کردن	gate cutter	پایه‌راهگاه
prototype	پیش‌نمونه	sledgehammer	پتک
polyvinyl chloride	پی‌وی‌سی	double-face sledgehammer	پتک دوبر
		chamfer	پخ
annealing	تابکاری	bevel	پخ زدن
folding	تازنی	rivet	پرچ
	تای رو ← لنگه رویی درجه	pan head rivet	پرچ سرپهن
	تای زیر ← لنگه زیری درجه	flat head rivet	پرچ سرتخت
analysis	تحلیل	countersunk rivet	پرچ سرخزینه
slab	تختال	snap head rivet	پرچ سرعدسی
porosity	تخلخل	riveting	پرچکاری
transformer welding machine	ترانس جوش	welding screen	پرده جوشکاری
permeability	تراوایی	compass	پرگار
cold short	ترک سرد	calliper	پرگار اندازه‌گیری
hot short	ترک گرم	divider	پرگار تقسیم
strip	تسمه	pearlite	پرلیت
vee belt	تسمه‌جناغی	tailstock	پس‌دستگاه
cabinet projection	تصویر کابینت	chaplet(1)	پل ماهیچه
cavalier projection	تصویر کاوالیر	polyethylene	پلی‌اتیلن
riser	تغذیه	polyester	پلی‌استر
reinforcement	تقویت	polytetrafluoroethane	پلی‌تترافلوئورواتان
tool rest	تکیه‌گاه	polythene	پلی‌تن
arbor yoke	تکیه‌گاه میله فرزبند		پلی‌وینیل‌کلرید ← پی‌وی‌سی
tolerance	تولرانس	parting compound	پودر جدایش
stress relieving	تنش‌گیری	polish	پولیش
brazing flux	ننکار زردجوشکاری		پولی ← فلکه
hub	نویی	jumping up	پهن‌سازی
insert	تیغچه	screw	پیچ
parting-off tool	تیغچه برش	twisting	پیچاندن

bull wheel	چرخ ابزار	plane blade	تیغ رنده
mop	چرخ پرداخت	saw blade	تیغه‌اره
gear , gearwheel	چرخ‌دنده	solid tool	تیغه‌تراش
grinding wheel	چرخ‌سنباده	cutter , milling cutter	تیغه‌فرز
veining	چروکیدگی		
toughness	چقرمگی	keyway	جاخار
tough	چقرمه	fitting	جاذنی
hammer	چکش	web	جان
raising hammer	چکش بالاکشی	eddy current	جریان گردابی
bossing mallet	چکش برجسته‌کاری	core box	جعبه‌ماه‌یچه
tinman's mallet	چکش حلبی‌سازی	clapper box	جعبه‌زیر رنده
groove punch , seaming tool	چکش خشک‌بند	ratchet	جغجغه
malleability	چکش‌خواری	oxyacetylen welding	جوش استیلن
paning hammer	چکش دم‌باریک		جوش اکسی‌استیلن ← جوش استیلن
ball peen hammer	چکش سرگرد	wash coat	جوش رویه
planishing hammer	چکش صافکاری	groove weld	جوش شیاری
mallet	چکش غیرفلزی		جوش کاربید ← جوش استیلن
sinking hammer	چکش فروبری	welding	جوشکاری
hollowing hammer	چکش کاسگری	horizontal welding	جوشکاری افقی
chipping hammer	چکش گیل‌زنی	overhead welding	جوشکاری بالاسری
creasing hammer	چکش لبه‌تازن	leftward welding	جوشکاری به‌چپ
tool bit and holder	چهارپهلوی الماس‌گیر	rightward welding	جوشکاری به‌راست
tipped tool	چهارپهلوی تیغه‌الماسی	forge welding	جوشکاری پتکه‌ای
four-jaw chuck	چهارنظام	flat position welding	جوشکاری در وضعیت تخت
		fusion welding	جوشکاری ذوبی
die , thread chaser	حدیده	bottom-up welding	جوشکاری سربالا
half die	حدیده‌دو نیم	top-down welding	جوشکاری سرپایین
circular split die	حدیده‌گرد شکاف‌دار	vertical welding	جوشکاری عمودی
die nut	حدیده‌مهره‌ای	electric arc welding	جوشکاری قوس الکتریکی
tinplate	حلبی	arc welding	جوشکاری قوسی
carriage	حماله	oxy-fuel gas welding	جوشکاری گازی
weld pool	حوضچه جوش		جیگ ← قید راهنما
		upsetting	چاق‌سازی
key	خار	crater	چاله جوش
feather key	خار اره‌ای	cast iron	چدن
gibhead key	خار سردار	malleable cast iron	چدن چکش‌خوار
Woodruff key	خار محور	white-heart malleable cast iron	چدن چکش‌خوار مغز سفید
	خار ناخنی ← خار محور	black-heart malleable cast iron	چدن چکش‌خوار مغز سیاه
clinker	خاکه جوش	grey cast iron	چدن خاکستری
tack weld	خال جوش	pig iron	چدن خام
horse and stake head	خرک و سندان	white cast iron	چدن سفید
countersinking	خزینه‌زنی	degreasing	چربی‌زدایی
fatigue	خستگی		

resin	رزین	seaming	خشکه‌بندی
conductor	رسانا	bead	خط جوش
conductivity	رسانندگی	rule	خط کش
regulator	رگولاتور	surface gauge	خط کش پایه‌دار
rat tail	رگه	tee square	خط کش ت
toolpost	رنده‌بند	bending	خمکاری
quick-change toolpost	رنده‌بند خودکار	corrosion	خوردگی
four-way toolpost , four-way turret	رنده‌بند گردان	flute	خیاره
painting	رنگ‌کاری		
lubricant	روانکار		داخل تراش ← ماشین داخل تراشی
lubrication	روانکاری	boring	داخل تراشی
vice clamp	روبنده گیر		دایکاست ← ریخته‌گری تحت فشار
electrode coating	روپوش الکترود	box of sand , flask	درجه
turning	روتراشی		درز ← اتصال
parallel turning	روتراشی موازی	paned down joint	درز پیچکی
extrusion	روزنرانی	knocked-up joint	درز پیچکی آب‌بندی
backhand technique	روش پس‌دستی	grooved seam	درز خشکه‌بند
forehand technique	روش پیش‌دستی		درز لب‌برلب ← اتصال لب‌برلب
	روغنکاری ← روانکاری	countersunk lap joint	درز لب‌برلب خزینه
flux	روغن‌لحیم	modified lap joint	درز لب‌برلب خمیده
hard facing	روکشی سخت	butt seam	درز لب‌به‌لب
beading	روکوبی	circular over-folded seam	درز لب‌گرد برگردان
casting	ریخته‌گری (۱)	drilling machine	دریل
foundry	ریخته‌گری (۲)	pedestal drill	دریل پایه‌دار
die casting	ریخته‌گری تحت فشار	electric hand drill	دریل دستی برقی
sand casting	ریخته‌گری در ماسه	radial drill , radial drilling machine	دریل رادیال
core print	ریشه‌ماهیچه	bench drill , bench drilling machine	دریل رومیزی
root	ریشه جوش	pillar drill , pillar drilling machine	دریل ستونی
		rectifier welding machine	دستگاه جوش یکسوکننده
angular milling	زویه‌تراشی	stock	دسته‌حدیده
clearance angle	زویه آزادی	tap holder , tap wrench	دسته‌قلایز
electrode angle	زویه الکترود	crucible shank	دسته‌ملاقه
rake(1) , rake angle	زویه براده	tang	دُم
front cutting angle	زویه تراش جلو	bellows	دَم آهن‌گری
front rake angle	زویه جلوروی براده	beak , bick	دماغه (سندان)
weld angle	زویه جوش	blower	دمنده
welding angle	زویه جوشکاری	shank	دنباله
travel angle	زویه حرکت	refractoriness	دیرگدازی
work angle	زویه کار		دیگ ← مولد استیلن
side rake angle	زویه کنارروی براده	runner	راه‌بار
true rake angle	زویه واقعی براده	gate	راهگاه
brazing	زردجوشکاری	thread	رزوه
coal	زغال‌سنگ		

iron ore	سنگ آهن	tuyere	زنبورک
pedestal grinder	سنگ پایه‌دار	packing	ژیروسری
bench grinder	سنگ رومیزی		
buff and grinder	سنگ مرکب	structure	ساختار
	سوپرت ← حماله	compatibility	سازگاری
weld undercut	سوختگی کناره جوش	dial gauge	ساعت اندازه‌گیری
through hole	سوراخ راه‌به‌در	wear	سایش
punching hole	سوراخ سنبه‌کاری	section lining	سایه زدن
drilling	سوراخکاری	T section	سپری
blind hole	سوراخ کور	hardening	سخت‌سازی
scriber	سوزن خط‌کش	case hardening	سخت‌سازی سطحی
	سوزن خط‌کش پایه‌دار ← خط‌کش پایه‌دار	hardness	سختی
bent end scriber	سوزن خط‌کش سرکج	slag	سرباره
nozzle cleaner	سوزن سرمشعل	chaplet(2)	سردجوشی پل
swarf	سوفاله	cold working	سردکاری
file	سوهان	nozzle	سرمشعل
warding file	سوهان بغل‌تخت	cutting nozzle , cutting tip	سرمشعل برشکاری
flat file	سوهان تخت	land	سطح آزاد
square file	سوهان چهارپهلوی	tool flank face	سطح آزاد قلم
rat-tail file	سوهان دم‌موشی	cementite	سمتیت
oval file	سوهان دوپهن	punch	سنبه
	سوهان زرگری ← سوهان سوزنی	drifting	سنبه‌رانی
needle file	سوهان سوزنی	punching	سنبه‌کاری
triangular file	سوهان سه‌پهلوی	dot punch	سنبه‌نشان ۶۰ درجه
three-square file	سوهان سه‌گوش	dot punching	سنبه‌نشان کردن
knife file	سوهان کاردی	drift	سنبه‌گشادکن
filing	سوهانکاری	centre punch	سنبه‌مرکز‌نشان
draw filing	سوهانکاری دوطرفه	anvil	سندان
cross filing	سوهانکاری یک‌طرفه	raising stake	سندان بالاکشی
round file	سوهان گرد	round-bottom stake	سندان ته‌گرد
round edge file	سوهان لبه‌گرد	tinman's anvil	سندان حلبی‌سازی
hand file	سوهان معمولی	bick iron	سندان دوسر
halfround file	سوهان نیم‌گرد	extinguisher stake	سندان دوسر پایه کوتاه
crossing file	سوهان یک‌درمیان	cow tongue stake	سندان زبان‌گاو
chuck , three-jaw chuck	سه‌نظام	three-arm stake	سندان سه‌سر
fluidity	سیالیت	mushroom head	سندان قارچی
poker	سیخ کوره	funnel stake	سندان قیفی
vent wire	سیخ نفس‌کش	hatchet stake	سندان لب‌برگردانی
siderite	سیدریت	creasing iron	سندان لبه‌تازنی
wiring(2)	سیم‌بندی	half moon stake	سندان نیم‌گرد
welding rod , filler metal	سیم جوش	stake	سندان ورفکاری
soldering lead	سیم لحیم	grinding machine	سنگ
core wire	سیم مغزه	limestone	سنگ آهک

depth gage	عمق سنج	scraper	شابر
performance	عملکرد	flat tapered scraper	شابر تخت
heat treatment	عملیات حرارتی	scraping	شابرزنی
welding goggles	عینک جوشکاری	triangular scraper	شابر سه پهلو
		three square scraper	شابر سه گوش
rolling	غلتک کاری	half-round scraper	شابر نیمگرد
		template	شابلون
process	فرایند	plug gauge	شابلون سوراخ
milling machine	فرز		شعله احیاکننده ← شعله کربن ده
slitting cutter , slitting saw	فرز اره	oxidizing flame	شعله اکساینده
	فرز اره ای ← فرز اره	neutral flame	شعله خنثی
end mill	فرز انگشتی	carburizing flame	شعله کربن ده
shell end mill	فرز انگشتی ریشه ای	ductility	شکنپذیری
side and face cutter	فرز بغل و پیشانی تراش	brittleness	شکندگی
face mill	فرز پیشانی تراش	ingot	شمش
dovetail cutter	فرز دم چلیچله ای	billet	شمشال
saw tooth cutter	فرز دندانداره ای	bloom	شمشه (۱)
fly cutter	فرز دوار	strike-off bar	شمشه (۲)
	فرز راسته بر ← فرز اره	parting off	شیار تراشی
angle cutter	فرز زاویه تراش		صافکاری
double-angle cutter	فرز زاویه تراش دوطرفه	planishing	صافی سطح
single-angle cutter	فرز زاویه تراش یکطرفه	surface finish	صفحه
plain cutter	فرز ساده	plate	صفحه تراش
slotting cutter	فرز شیار تراش	shaper	صفحه تراشی
tee-slot cutter	فرز شیار دوار	shaping	صفحه مرغک
cylindrical slab cutter	فرز غلتکی	catch plate , drive plate	صفحه نظام
form cutter	فرز فرم تراش	face plate	صفحه برش
tap and reamer cutter	فرز قلاویز و برقو	cutting plane	صفحه پشتگیر
up-milling	فرزکاری فرابر	backing plate	صفحه رنده بند
down milling	فرزکاری فروبر	saddle	صفحه زیردرجه
gang milling	فرزکاری گروهی	bottom board	صفحه قالبگیری
climb milling	فرزکاری همسو	moulding board	صفحه گونیا
slot drill	فرز کله زن	angle plate	صیقل کاری
helical mill cutter , spirall mill cutter	فرز مارپیچی	polishing	
form tooth cutter	فرز نقش تراش		
scroll , scrolling	فرورژه	thimble	طبلک
sinking	فروری	designing	طراحی
ferrite	فریت	planning	طرح ریزی
	فلز پرکن ← سیم جوش	sketch	طرح کلی
metalworking	فلزکاری		
beaten metalwork	فلزکوبی	filler pass	عبور پرکن
pulley	فلکه	cover pass	عبور روکش
blowpipe lighter	فندک جوشکاری	root pass	عبور ریشه

cold chisel	قلم سردبُر	spring-loaded	فنر سوار
straight-nose roughing tool	قلم فرم زاویه دار	phenol formaldehyde	فنول فرمالدئید
round-nose roughing tool	قلم فرم قوس دار خارجی	moulder's bellow	فونک
form tool	قلم قوس دار داخلی	steel	فولاد
tool holder	قلم گیر	high speed steel	فولاد تندبُر
diamond-pointed chisel	قلم نوک تیز	stainless steel	فولاد زنگ نزن
half-round chisel	قلم نیم گرد	mild steel	فولاد کم کربن
apron	قوطی		
shear	قیچی	machinability	قابلیت ماشینکاری
tinman's snips	قیچی آهن بر	stick and spoon	قاشقک
jig	قید راهنما	mould	قالب
		scroll iron	قالب فرورژه
function	کارکرد	swage block	قالب قرار
fixture	کارگیر	moulding	قالبگیری
hollowing	کاسگری	injection moulding	قالبگیری تزریقی
cassiterite	کاسیتريت		قانجاق — پل ماهیچه
emery paper	کاغذ سنباده	swage	قرار
chalcopyrite	کالکوپیریت	fuller	قرار دم
chalcocite	کالکوسیت	swaging	قرارکاری
ore	کانه	polarity	قطبیت
profiling	کپی تراشی	workpiece	قطعه کار
limit gauge	کران سنج	casting	قطعه ریختگی
elasticity	کشسانی	shackle	قلاب بکسل
cross slide	کشوی عرضی	tap	فلاویز
compound slide	کشوی مرکب	bottoming tap , plug tap	فلاویز پسرو
slide	کشویی	taper tap	فلاویز پیشرو
face	کف (سندان)	tapping	فلاویزکاری
coke	کک	second tap	فلاویز وسط رو
welding helmet	کلاه جوشکاری	tool	قلم
dividing head	کله گی تقسیم	chopping out	قلم بُری
overarm	کله گی فرز	knife facing tool	قلم بغل تراش
sliding head	کله گی کشویی	external screwcutting tool	قلم پیچ تراشی خارجی
swivel head	کله گی لولایی	internal screwcutting tool	قلم پیچ تراشی داخلی
	کماناره — اره آهن بُر	round-nose tool	قلم پیچ تراشی فرم دار
junior hacksaw	کماناره کوچک	single-point tool	قلم تکایه
steady	کمر بند	cross-cut chisel	قلم دم باریک
converter	کنورتر	flat chisel	قلم دم پهن
rammer	کوبه	round-nosed chisel	قلم دم گرد
coupola	کویل	fine-finishing tool	قلم راست تراش
blast furnace	کوره بلند	side-finishing tool	قلم راست تراش قوس دار
crucible furnace	کوره بوته ای	chasing	قلم زنی (۱)
blacksmith's hearth	کوره آهنگری	repousse	قلم زنی (۲)
open hearth furnace	کوره اجاق باز	rendering	قلم زنی نقشه

fine solder	لحیم حلّی سازی	induction furnace	کوره القایی
soldering	لحیمکاری	reverberatory furnace	کوره انعکاسی
hard soldering	لحیمکاری سخت	puddling furnace	کوره پودلاژ
sweating	لحیمکاری غیرمستقیم	electric arc furnace	کوره قوس الکتریکی
plumber's solder	لحیم لوله کشی	muffle furnace	کوره موفلی
enamelling	لماپکاری	collet	کولت
cope	لنگه رویی درجه	draw-in collet chuck	کولت با میل پیش‌بر
drag	لنگه زیری درجه	multibore collet , multisize collet	کولت چندکاره
bustle pipe	لوله کمربندی	spring collet	کولت فنری
limonite	لیمونیت		کولیس ارتفاع سنج ← ارتفاع سنج ورنیه دار
	لینت ← کمربند	vernier calliper	کولیس ورنیه
		buckling	کیس افتادن
free cutting material	ماده آسان تراش	galena	گالن
martensite	مارتنزیت	pitch	گام پیچ
welding handshield	ماسک جوشکاری		گدازآور ← روغن لحیم
scab	ماسه سوز	fusibility	گدازپذیری
green sand	ماسه تر	gooseneck	گردن غازی
facing sand	ماسه روی قالب	thermosetting	گرماسخت
high-silica sand	ماسه سیلیسی	thermoplastic	گرمانرم
buffing machine	ماشین پرداخت	hot working	گرمکاری
gap-bedlathe	ماشین تراش دهانه دار	surface development	گسترش سطح
	ماشین تراش مرغک دار ← ماشین تراش معمولی	rivet head	گُل پرچ
centre lathe	ماشین تراش معمولی	screw head	گُل پیچ
boring machine	ماشین داخل تراشی	throat	گلو (سندان)
	ماشین ریخته‌گری تحت فشار بادی	set square	گونیا
pneumatic pressure die-casting machine	ماشین ریخته‌گری تحت فشار پیستونی	vee block	گونای جنای
plunger pressure die-casting machine	ماشین ریخته‌گری تحت فشار محفظه سرد	try square	گونای فلزی
cold-chamber die-casting machine	ماشین ریخته‌گری تحت فشار محفظه گرم	combination set	گونای مرکب
hot-chamber die-casting machine		centre square	گونای مرکزباب
off-hand grinding machine	ماشین سنگ دستی	hand vice	گیره دستی
miller	ماشین فرز	ground clamp	گیره اتصال زمین
machining	ماشینکاری	leg vice	گیره پایه دار
relieve machine	ماشین کله‌زنی	engineer's vice	گیره فشنگی ← کولت
malachite	مالاکیت		گیره قلبی ← نوک‌گیر
trowel	ماله		گیره معمولی
core	ماهیچه	fullering	لاغرسازی
flexible rule , pocket rule	متر تاشو	lacquering	لاک‌زنی
drill bit	مته	wired edge	لب مفتولی
centre drill , countersink drill	مته خزینه	wiring(1)	لب مفتولی کردن
counterbore drill	مته خزینه استوانه‌ای	caulking	لبه کوبی
		braze welding	لحیم جوشکاری

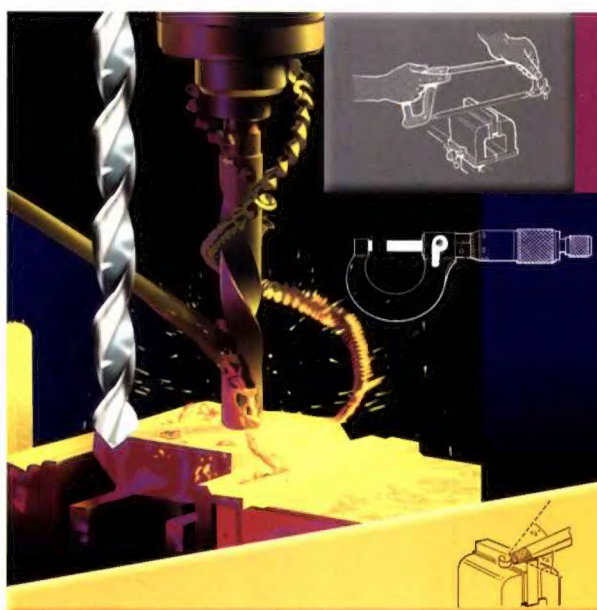
draw screw	میخ مدل کش	machine countersink drill	مته خزینه ماشین
surface table	میز صاف	rose countersink drill	مته خزینه مخروطی
knee	میز گونیایی	twist drill	مته مارپیچ
drawing board	میز نقشه کشی	flat drill	مته تخت
micrometer	میکرومتر	straight-fluted drill	مته راست
outside micrometer	میکرومتر خارجی	flat-bottom drill	مته سر تخت
inside micrometer	میکرومتر داخلی	combination drill	مته مرکب
draw bar	میل پیش بر	gear train	مجموعه چرخدنده
riser pin	میل تغذیه	solid solution	محلول جامد
rack	میل دنده	shaft	محور
sprue pin	میل راهگاه	feed shaft	محور پیشروی
aligning pin	میل راهنما	comparator	مختصات یاب
mandrel	میل متحرک	taper turning	مخروط تراشی
	میل مرغک ← میل فرزبند	pattern	مدل
silver steel	میل نقره ای	split pattern	مدل چند تکه
bar	میل	modelling	مدلسازی
folding bar	میل تاکن	centre	مرغک
boring bar	میل داخل تراشی	live centre	مرغک پیش دستگاه
arbor	میل فرزبند	dead centre	مرغک ثابت
rapping bar	میل لق کن	full centre	مرغک کامل
		revolving centre	مرغک گردان
nylon	نایلون	half centre	مرغک ناقص
angle	نبشی	rake(2)	مسلفه
gear ratio	نسبت چرخدنده	pewter	مسوار
vent hole	نفس کش	blowpipe	مشعل
protractor	نقاله	problem solving	مشکل گشایی
drawing	نقشه	rod	مفتول
working drawing	نقشه اجرایی		مفتول جوشکاری ← سیم جوش
	نقشه ایزومتریک ← نقشه هم مقیاس	spelter	مفرغ لحیم
perspective drawing	نقشه پرسپکتیو	hardie hole , tool hole	مقر ابزار
detail drawing	نقشه تفصیلی	scale	مقیاس
assembly drawing	نقشه مجموعه	plain scale	مقیاس ساده
	نقشه مونتاژ ← نقشه مجموعه	void	مک
orthographic drawing	نقشه مهندسی	magnetite	منیتیت
isometric drawing	نقشه هم مقیاس	straddle milling	موازی تراشی
point of recalescence	نقطه نهان گرمادهی	generator welding machine	موتور جوش
point of decalescence	نقطه نهان گرمایی	acetylene generator	مولد استیلن
plan , top view	نمای افقی	plastic	مومسان
front view	نمای قائم	capillary action	مویبگی
auxiliary view	نمای کمکی	stamping	مهرزنی
diagram	نمودار	nut	مهره
dog	نوک گیر	locknut	مهره قفلی
cellulose nitrate	نیترات سلولوز	dowel pin	میخچه

flattening	هموارسازی	left end view	نیم‌رخ چپ
soldering bit , soldering iron	هولدر ← قلم‌گیر	right end view	نیم‌رخ راست
hatchet iron	هویه	sheet	ورق
straight soldering iron	هویه لحیم‌کشی	sheet metalworking	ورقکاری
	هویه نشادرزنی		
bearing	باتاقان	hatching	هاشور زدن
normalizing	یکنواخت‌سازی	hematite	هماتیت
		fastener	هم‌بند

۷۹



شرکت انتشارات فنی ایران



شابک : ۹۶۴-۶۲۳۲-۷۷-۹

ISBN ۹۶۴-۶۲۳۲-۷۷-۹



۲۵۰۰ تومان